

Gestión del riesgo en Colombia: vulnerabilidad, reducción y manejo de desastres

Paula Andrea Villegas-González

Alfonso Ramos-Cañón

Mauricio González-Méndez

Ramón Eduardo González-Salazar

Edwin Daniel Durán-Gaviria

Juan Sebastián de Plaza-Solórzano

Holman Diego Bolívar-Barón



Desde el enfoque de la ingeniería como ciencia aplicada, que se fundamenta en las ciencias naturales y humanas para resolver los problemas presentes y futuros del entorno, en el contexto local, regional y global, procurando el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Colombia presenta la Colección Ingeniería –en la línea de Sostenibilidad.

La sostenibilidad de las comunidades en Colombia constituye un reto centrado en la creatividad para generar soluciones, a partir de estrategias para la superación de la pobreza, el apoyo al mejoramiento de la educación como potencial para transformar vidas, la creación de productos amigables con el medioambiente, el reciclaje de residuos, la gestión del agua, y el uso racional y eficiente de la energía y de los recursos naturales. En este universo de temáticas de interés para el país, la colección Ingeniería – Sostenibilidad publica los aportes producto de investigaciones en temas ambientales sectoriales, con interés prioritario en la agricultura, en la gestión integral de los recursos hídricos y de otros recursos naturales, y en el ordenamiento del territorio, con una visión del desarrollo orientada hacia el beneficio de las comunidades.

Paula Andrea Villegas González

Ingeniera civil, magíster en Hidrosistemas y candidata a doctora en Ingeniería. Ha sido profesora de la Universidad Católica de Colombia desde 2008. Investigadora de Colciencias. Forma parte de dos grupos de investigación: Grupo de Investigación en Ingeniería para la Sustentabilidad (GRIIS) y Riesgo en Sistemas Naturales y Antrópicos. Sus campos de investigación están relacionados con el manejo integral del recurso hídrico, la gestión del riesgo, prospectiva y planeación estratégica, y modelación participativa.

Alfonso Mariano Ramos Cañón

Ingeniero civil, magíster en Geotecnia, doctor en Ingeniería. Ha sido profesor de planta de la Pontificia Universidad Javeriana desde 2004. Investigador Senior Colciencias. Líder del grupo de investigación Riesgo en Sistemas Naturales y Antrópicos (categoría A1). Ha escrito más de cuarenta artículos en revistas indexadas y es autor de tres libros en temáticas de riesgo. Consultor en área de evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo de peligros de naturaleza geofísica.

Mauricio González Méndez

Ingeniero civil, magíster en Ingeniería Ambiental y doctor en Ingeniería. Sus campos de investigación están relacionados con la gestión del recurso hídrico, la modelación de sistemas socioecológicos y el desarrollo urbano.

Ramón Eduardo González Salazar

Filósofo, magíster en Estudios Políticos y Estudios en Teología. Docente investigador en temáticas de responsabilidad social empresarial, ética en la empresa y negociación cooperativa. Fundador y dinamizador de procesos de desarrollo local como construcción de cultura de paz en Colombia. Participante de procesos de investigación en gestión de riesgo en la Pontificia Universidad Javeriana.

Juan Sebastián de Plaza Solórzano

Ingeniero civil y tecnólogo en Construcciones Civiles, graduado con reconocimiento meritório por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Mejor bachiller académico de colegio público para 2004 en Bogotá. Actualmente se encuentra finalizando estudios de Maestría en Ingeniería Civil con área de profundización en Recursos Hídricos e Hidroinformática en la Universidad de los Andes.

Edwin Daniel Durán Gaviria

Ingeniero de sistemas de la Universidad Nacional de Colombia y magíster en Telecomunicaciones. Experto en redes, convergencia de redes de voz y datos, voz sobre IP y calidad de servicio (QoS). Actualmente es Director de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Colombia.

Holman Diego Bolívar Barón

Ingeniero de sistemas de la Universidad Católica de Colombia y doctor en Ingeniería Informática de la Universidad Pontificia de Salamanca. Investigador y director del grupo de investigación en Software Inteligente y Convergencia Tecnológica.

Gestión del riesgo en Colombia: vulnerabilidad, reducción y manejo de desastres

Paula Andrea Villegas-González

Alfonso Ramos-Cañón

Mauricio González-Méndez

Ramón Eduardo González-Salazar

Edwin Daniel Durán-Gaviria

Juan Sebastián de Plaza-Solórzano

Holman Diego Bolívar-Barón



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

Villegas-González, Paula Andrea

Gestión del riesgo en Colombia: vulnerabilidad, reducción y manejo de desastres / Paula Andrea Villegas-González, Alfonso Mariano Ramos-Cañón, Mauricio González-Méndez, Ramón Eduardo González-Salazar, Juan Sebastián de Plaza-Solórzano, Edwin Daniel Duran-Gaviria, Holman Diego Bolívar-Barón -- Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2017

204 páginas: 17 x 24 cm --(Colección Ingeniería – Sostenibilidad)

ISBN: 978-958-8934-90-7 (impreso)

ISBN: 978-958-8934-91-4 (digital)

I. Título II. Serie. III- Ramos-Cañón, Alfonso Mariano IV. González-Méndez, Mauricio V. González-Salazar, Ramón Eduardo VI. De Plaza-Solórzano, Juan Sebastián VII. Duran-Gaviria, Edwin Daniel VIII. Bolívar-Barón, Holman Diego

1. Desastres naturales-Prevención-Colombia 2. Administración del riesgo-Colombia

Dewey: 363.348

Proceso de arbitraje

Primer concepto de evaluación: 15 de enero de 2016

Segundo concepto de evaluación: 3 de marzo de 2016

© Universidad Católica de Colombia

© Paula Andrea Villegas-González

Holman Diego Bolívar-Barón

Juan Sebastián De Plaza-Solórzano

Edwin Daniel Duran-Gaviria

Mauricio González-Méndez

Ramón Eduardo González-Salazar

Alfonso Mariano Ramos-Cañón

Primera edición, Bogotá, D. C.

Marzo de 2017

Dirección Editorial

Stella Valbuena García

Coordinación Editorial

María Paula Godoy Casasbuenas

Corrección de estilo

John Fredy Guzmán

Diseño de colección

StudioVisual.co

Nancy Cuéllar Castillo

Diagramación

Nancy Cuéllar Castillo

Publicación digital

Hipertexto Ltda.

www.hipertexto.com.co

Bogotá, D. C., Colombia

Impresión

Xpress Estudio Gráfico y Digital S.A.

Bogotá, D. C., Colombia

Facultad de Ingeniería

Diagonal 47 # 15-50 piso 4

Bogotá, D. C.

ingenieria@ucatolica.edu.co

Editorial

Universidad Católica de Colombia

Avenida Caracas # 46-72, piso 5

Bogotá, D. C.

editorial@ucatolica.edu.co

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida ni total ni parcialmente o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sin el permiso previo del editor.

Hecho el depósito legal

©Derechos reservados

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Pontificia Universidad Javeriana y al Banco de Santander S.A. por el apoyo económico para el desarrollo del presente trabajo, bajo propuesta 4756: "Retrospectiva de las catástrofes naturales en Colombia como insumo para la construcción de un Sistema Soporte de Decisiones, fase 1: Modelo de dimensionamiento de la afectación en el sistema territorial". También expresan sus agradecimientos a la Universidad Católica de Colombia por el apoyo económico y académico para el desarrollo del proyecto de investigación aprobado con el Código PIC208C12, en cooperación con la Pontificia Universidad Javeriana.

El grupo de investigadores agradece principalmente la participación de las comunidades de Manatí, Armero Guayabal, San Marcos, Chía y Bosa. Sin su conocimiento y colaboración no hubiera sido posible lograr una visión integral en el análisis de la vulnerabilidad territorial.

Nota aclaratoria

Los trabajos de grado presentados en esta publicación estuvieron vinculados al proyecto de investigación “Retrospectiva de las catástrofes naturales en Colombia como insumo para la construcción de un Sistema Soporte de Decisiones” (fases I y II). Agradecemos a los estudiantes su participación y aportes a este proyecto, que se encuentran debidamente referenciados en el documento.

Se hace un reconocimiento especial a los profesionales de apoyo que estuvieron vinculados al proyecto “Retrospectiva de las catástrofes naturales en Colombia como insumo para la construcción de un Sistema Soporte de Decisiones”, donde desarrollaron actividades de investigación, procesamiento de información, organización de reuniones y participaron en los talleres con las comunidades: Hugo Rico Traslaviña, Damaris Andrea Calvo López, Víctor Naynn Piñeros Cuervo, Roger Enrique Guzmán Avendaño.

Contenido

Presentación	17
1. Generalidades del riesgo y conceptualización de la vulnerabilidad	29
<i>Vulnerabilidad</i>	32
<i>La gestión del riesgo</i>	34
<i>Dimensiones del territorio</i>	35
<i>Económico-productiva</i>	36
<i>Político-institucional</i>	36
<i>Ambiental</i>	36
<i>Urbano-regional</i>	36
<i>Sociocultural</i>	36
2. Conceptualización de los modelos soporte de decisiones para el desarrollo del Sistema de Información de Vulnerabilidad Territorial (SIVT)	41
<i>Modelos de toma de decisiones</i>	42
<i>Métodos de ranking o outranking</i>	45
<i>Métodos basados en pesos</i>	52
<i>Casos de estudio</i>	56
<i>Programa Natural Heritage Trust (NHT) en Queensland, Australia</i>	59
<i>Proyecto AFFOREST</i>	59
<i>"Promethee: a comprehensive literature review on methodologies and applications"</i>	59
3. Indicadores y acciones en el sistema territorial	63
<i>Dimensiones del sistema territorial, relaciones y afectación en el territorio</i>	64
<i>Propuesta de indicadores asociados al sistema territorial</i>	66
<i>Proceso de priorización</i>	69
<i>Acciones en el sistema territorial</i>	72
4. Estudios de caso, estimación de la vulnerabilidad territorial y formulación de indicadores en la dimensión sociocultural	77
<i>Metodología para el análisis de la dimensión sociocultural</i>	78
<i>Taller de creencias y valores</i>	81
<i>Taller de redes sociales e identidad</i>	83
<i>Taller de resiliencia</i>	84
<i>Talleres de vulnerabilidad territorial con enfoque sociocultural aplicados</i>	86
<i>San Marcos (departamento de Sucre, región de la Mojana)</i>	86

<i>Resultados de talleres de vulnerabilidad sociocultural aplicados en San Marcos</i>	87
<i>Manatí, sur del Atlántico</i>	107
<i>Resultados de los talleres de vulnerabilidad sociocultural aplicados en Manatí</i>	111
<i>Armero Guayabal, Tolima</i>	124
<i>Resultados de talleres de vulnerabilidad sociocultural aplicados en Armero Guayabal</i>	126
<i>Análisis comparativo de los estudios de caso</i>	146
<i>Lecciones aprendidas</i>	148
5. Conceptualización y desarrollo del Sistema de Información Soporte de Decisiones (SIVT)	151
<i>Conceptualización del sistema</i>	152
<i>User web system</i>	154
<i>Modules decision</i>	155
<i>Information storage</i>	155
<i>Metodología y atributos de calidad del sistema</i>	155
<i>Modelo de interacción con los usuarios</i>	158
<i>Especificación de funcionalidad del sistema</i>	161
<i>Diseño del prototipo para el sistema de decisión para la gestión del riesgo de acuerdo con el índice de vulnerabilidad territorial</i>	162
<i>Modelo de datos del sistema</i>	165
<i>Descripción del SIVT</i>	167
<i>Pruebas del algoritmo comparación entre R y PHP</i>	174
Conclusiones	179
Bibliografía	183
<i>Bibliografía de trabajos de grado</i>	193
Anexos	195

Lista de figuras

Figura 1.	Articulación de la metodología y capítulos del proyecto de investigación	22
Figura 2.	<i>Decision Framework</i>	43
Figura 3.	Complejidad de las estructuras de preferencia	45
Figura 4.	Diagrama de flujo de funcionamiento de Electre	47
Figura 5.	Diagrama de flujo de funcionamiento Promethee	50
Figura 6.	Procedimiento Promethee	51
Figura 7.	Estructura jerárquica para la identificación del índice de vulnerabilidad territorial	53
Figura 8.	Aspectos que pueden afectar el proceso de toma de decisiones	58
Figura 9.	Dominios de la decisión	58
Figura 10.	Mapa del sistema territorial y las interrelaciones de las dimensiones del territorio	65
Figura 11.	Estructura gubernamental para la gestión del riesgo	73
Figura 12.	Trabajo de campo en el municipio de Manatí, sur del Atlántico	78
Figura 13.	Proceso para la formulación de indicadores en la dimensión sociocultural	79
Figura 14.	Participación de jóvenes y niños en los talleres	81
Figura 15.	Ubicación del municipio de San Marcos, departamento de Sucre	86
Figura 16.	Papel de Dios en la vida (San Marcos, Sucre)	87
Figura 17.	Taller con los jóvenes (San Marcos, Sucre)	88
Figura 18.	Dichos populares (San Marcos, Sucre)	90
Figura 19.	Dichos populares (San Marcos, Sucre)	91
Figura 20.	Valores morales (San Marcos, Sucre)	92
Figura 21.	Valores morales (San Marcos, Sucre)	93
Figura 22.	Dibujo de los niños de primaria referente a la pregunta orientadora	94
Figura 23.	Mapa de San Marcos	95
Figura 24.	Los actores representativos de San Marcos	95
Figura 25.	Mapa de San Marcos	96
Figura 26.	Los actores sociales más representativos de la comunidad de San Marcos	97
Figura 27.	Dibujo de los jóvenes de grado once referente a la pregunta orientadora	98
Figura 28.	Cartelera: sin el agua no se puede vivir y el agua es salud	99
Figura 29.	Cartelera: el agua es amor y el agua es vida	99
Figura 30.	El agua es vida y salud (San Marcos, Sucre)	100
Figura 31.	Orgullos y deficiencias de la comunidad de San Marcos	103
Figura 32.	Sueños compartidos (San Marcos, Sucre)	104

Figura 33. Orgullos de la comunidad de San Marcos	105
Figura 34. Nuevas instalaciones en mal estado, Institución Educativa San José	106
Figura 35. Deficiencias de la comunidad	107
Figura 36. Localización del municipio de Manatí, sur del Atlántico	108
Figura 37. Mapa de Manatí con zonas de reubicación y mejoramiento	108
Figura 38. Parque de la comunidad	109
Figura 39. Vista canal del Dique	110
Figura 40. Familias viviendo a la orilla del canal	110
Figura 41. Dichos populares de Manatí	111
Figura 42. Definición de solidaridad en la comunidad de Manatí	112
Figura 43. Papel de Dios en la vida y utilidad de la religión comunidad de Manatí	113
Figura 44. Problema más relevante de la comunidad de Manatí	115
Figura 45. Cartelera de valores de comunidad de Manatí	116
Figura 46. Cómo se visualiza a diez años la comunidad de Manatí	118
Figura 47. Sector afectado por la ola invernal 2010 del municipio de Manatí	119
Figura 48. Orgullos y deficiencias	120
Figura 49. Actores primarios y secundarios de la comunidad de Manatí	122
Figura 50. Parábola creada por la comunidad de Manatí	122
Figura 51. Ilustración de la parábola	123
Figura 52. Mapa del Departamento del Tolima	125
Figura 53. Armero después del desastre natural	126
Figura 54. Reporte fotográfico: taller con adultos mayores en la comunidad de Armero Guayabal	131
Figura 55. Talleres con adultos mayores comunidad de Armero Guayabal	134
Figura 56. Problemas más relevantes y soluciones en la comunidad de Armero Guayabal	135
Figura 57. Reporte fotográfico del taller en la comunidad de Armero Guayabal	135
Figura 58. Cartelera de valores	137
Figura 59. Reporte fotográfico: taller con adultos mayores	141
Figura 60. Cartelera sobre entidades para la gestión del riesgo	142
Figura 61. Fotografía de participantes en el taller	143
Figura 62. Cartelera de orgullos y deficiencias del municipio	144
Figura 63. Cartelera sobre sueños compartidos como armeritas	145
Figura 64. Metodología del Sistema Soporte de Decisiones	155

Figura 65. Arquitectura del sistema de información	154
Figura 66. Metodología de desarrollo del prototipo	157
Figura 67. Modelo de interacción de usuarios	159
Figura 68. Diagrama de arquitectura de software MVC	162
Figura 69. Modelo estático del sistema	163
Figura 70. Módulos UML	163
Figura 71. Modelo dinámico del sistema	164
Figura 72. Modelo arquitectural del sistema	165
Figura 73. Diagrama de tipo de dato del sistema	166
Figura 74. Modelo de datos del sistema	167
Figura 75. Creación de grupo de atributos	168
Figura 76. Creación de tipo de atributos	169
Figura 77. Creación de atributos	169
Figura 78. Visualización del área seleccionada	170
Figura 79. XML de envío de información	171
Figura 80. Página principal SIVT	172
Figura 81. Página ingreso al SIVT	172
Figura 82. Información y acciones por tomar de zona analizada	173
Figura 83. Formato CVS de cargue de información	173
Figura 84. Interfaz de carga	174
Figura 85. Ranking de vectores	175
Figura 86. Normalización de promedio	176

Lista de tablas

Tabla 1.	Metodologías de evaluación del riesgo	32
Tabla 2.	Diferentes categorías de vulnerabilidad	38
Tabla 3.	Resumen de los principales métodos de MCAP y su descripción	54
Tabla 4.	Artículos e investigaciones alrededor de la gestión ambiental	60
Tabla 5.	Artículos e investigaciones alrededor de la hidrología y el tratamiento de aguas	62
Tabla 6.	Ejemplo de escala para establecer el nivel de importancia	69
Tabla 7.	Ejemplo de priorización primaria de variables	69
Tabla 8.	Escala para la priorización relativa entre dimensiones y entre indicadores	70
Tabla 9.	Ejemplo de los resultados de la matriz base de priorización de variables entre las dimensiones del territorio	71
Tabla 10.	Ejemplo de los resultados de una sección de la matriz base de priorización de variables para la dimensión ambiental	71
Tabla 11.	Ejemplo de acciones en el territorio para la reducción del riesgo y el manejo de desastres en un territorio	74
Tabla 12.	Investigadores que participaron como expertos en el proyecto de investigación	80
Tabla 13.	Indicadores evaluados en los estudios de caso	147
Tabla 14.	Métricas de usabilidad y confiabilidad	157
Tabla 15.	Descripción de casos de uso y su asociación con los actores	160
Tabla 16.	Ejemplo de especificación de requerimiento funcional	161
Tabla 17.	Tags XML envío de datos	171
Tabla A1.	Dimensión ambiental	195
Tabla A2.	Dimensión construida (urbano-regional)	196
Tabla A3.	Dimensión económico-productiva	197
Tabla A4.	Dimensión político-institucional	198
Tabla A5.	Dimensión sociocultural	200

Lista de siglas y acrónimos

ABET: Accreditation Board for Engineering and Technology
ACJ: administración de justicia penal
ACV: valoración del ciclo de vida
ADN: ácido desoxirribonucleico
AHP: Analytic Hierarchy Process
BID: Banco Internacional de Desarrollo
CAPRA: Evaluación Probabilista de Riesgo para América Central
CCI: Cámara de Comercio internacional
CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe
COSIPLAN-IIRSA: Consejo Sur Americano de Infraestructura y Planeamiento - Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional
DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DAPRE: Departamento Administrativo de la Presidencia de la República
DGR: Dirección de Gestión del Riesgo
DNP: Departamento Nacional de Planeación
EIA: Evaluación de Impacto Ambiental
EPA: Enviromental Protection Agency
ERN: aviso de liberación ingeniería
FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FEMA: Agencia Federal para el Manejo de Emergencias
GAIA: Geometrical Analysis for Interactive Aid
GPL: General Public License
ICBF: Instituto Colombiano de Bienestar Familiar
IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi
INDECI: Instituto Nacional de Defensa Civil
ISSN: International Standard Serial Number
MCA: Multiple Criteria Analysis
MCDA: Multiple Criteria Decision Analysis
MODM: Multiple Objective Decision Making
NC/ISO: Norma Colombiana/ International Standard Organization
NRS10: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente para el 2010
NTH: Natural Teritage Trust
OGC: Open Geospatial Consortium
OPS: Organización Panamericana de la Salud
PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

PNUD-UNDRO: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - United Nations Disaster Relief Organization

POT: Plan de Ordenamiento Territorial

SCRUM: Modelo S-Coordenadas Rutgers University

SIVT: Sistema de Información de Vulnerabilidad

SMART: Self-Monitoring Analysis and Reporting Technology

SOA: arquitectura orientada a servicios

SOAP: Simple Object Access Protocol

SQL: Structured Query Language

SSPD: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios

TGS: Teoría general de sistemas

UML: Unified Modeling Language

UNISDR: Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres

XML: Extensible Markup Language, o lenguaje de marcas extensible

Presentación

¿Qué propósito tiene esta publicación?

Colombia ha sido un país que continuamente ha experimentado fenómenos naturales que, unidos a la acción antrópica y a factores de vulnerabilidad en su población, han desencadenado desastres con pérdidas humanas y afectado de manera significativa la organización económica, social, ambiental, político-institucional, urbano-regional y cultural de diferentes regiones, tal como se muestra en el informe mundial *La reducción del riesgo de desastres: un desafío para el desarrollo*, del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2004).

La investigación expuesta en este libro surge como un aporte a los procesos de gestión de riesgo en el país, y para ello tiene en cuenta las problemáticas que se han venido presentando en los últimos años en comunidades altamente vulnerables, como es el caso del sur del Atlántico y la región de La Mojana en la ola invernal de finales del 2010 y principios del 2011.

Allí hubo un total de 3.893.087 personas afectadas (Banco de la República, 2011) y un estado de emergencia económica, social y ecológica; sin embargo, desempeñaron un papel determinante las comunidades con bajos niveles de vulnerabilidad, que le enseñaron al país la importancia de trabajar en los procesos de reducción del riesgo. Municipios como Suan, en el sur del Atlántico, tuvieron una menor afectación a pesar de estar expuestos al mismo nivel de amenaza por inundación de los municipios vecinos; esto se debió a las condiciones de resiliencia de la comunidad, soportadas en el trabajo y la organización comunitaria.

El enfoque conceptual de esta investigación toma como referencia la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (Congreso de la República, 2012) y su principal propósito es generar un sistema para el apoyo en la toma de decisiones, como herramienta para las comunidades, las entidades o los actores que permita, a partir de las causas y los efectos de amenazas naturales y socionaturales en Colombia, priorizar acciones para “la reducción del riesgo y el manejo de desastres en un territorio, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y el desarrollo sostenible” (Congreso de la República, 2012).

Respecto al conocimiento del riesgo, en la literatura relacionada se observa que hay un afán para consolidar propuestas metodológicas estandarizadas en la evaluación de amenazas naturales y riesgo físico (Servicio Geológico Colombiano, 2015; Kim et al., 2015). De ahí que al tratar con el riesgo

territorial, resulte apropiado estudiar los efectos de los desastres naturales y el nivel de resiliencia de las comunidades.

Esta investigación hace énfasis en el análisis de la vulnerabilidad y las formas de abordarla; en la identificación de indicadores para cada una de las dimensiones del sistema territorial: ambiental, urbano-regional, político-institucional, económico-productivo y sociocultural; en el estudio y la síntesis del conjunto de datos obtenidos en diferentes estudios de caso, a partir de los cuales se diseña un sistema de información para el soporte en la toma de decisiones apoyado en modelos como Electré III, Promethee II, AHP y AHP Fuzzy. Como resultados se obtienen el indicador de vulnerabilidad territorial y las acciones para la reducción del riesgo y el manejo de desastres en el territorio.

Este tipo de análisis es fundamental en el diseño de políticas públicas para la gestión del riesgo, contexto en que deben ser considerados los factores de desarrollo del territorio y el conocimiento local. De esta manera, es posible estimar la vulnerabilidad y realizar planes que mejoren la resiliencia local.

El propósito de este libro es, entonces, presentar a manera de síntesis los resultados de dicha investigación. A continuación se muestran los antecedentes, la metodología y los principales resultados.

¿Cuáles son los antecedentes de la investigación?

Los investigadores que participaron forman parte de tres grupos de investigación: a) Riesgo en Sistemas Naturales y Antrópicos, adscrito a la Pontificia Universidad Javeriana; b) Infraestructura, Agua y Medio Ambiente, adscrito a la Universidad Católica de Colombia, y c) Grupo de Investigación en Software Inteligente y Convergencia Tecnológica (GISIC), de esta misma universidad. También estuvieron involucrados los semilleros de investigación EcoCivil y SMART, pertenecientes a los grupos de la Universidad Católica de Colombia. Profesores y estudiantes han venido trabajando en la temática a través de tres proyectos de investigación ejecutados entre 2011 y 2015.

El primero de ellos, “Retrospectiva de las catástrofes naturales en Colombia como insumo para la construcción de un sistema soporte de decisiones, fase 1: de diagnóstico”, fue desarrollado en 2011 y tuvo una duración de diez meses. Esta primera fase buscó estimar la vulnerabilidad de las diferentes dimensiones del sistema territorial, partiendo de un análisis retrospectivo de las catástrofes naturales en Colombia. Los principales resultados pueden resumirse de la siguiente manera:

- a. Conceptualización de la gestión del riesgo, la vulnerabilidad y el desarrollo territorial.
- b. Metodología e indicadores para la evaluación de la vulnerabilidad del territorio.
- c. Modelo relacional de la representación de los datos.
- d. Implementación de la estructura de los datos y ubicación espacial a través de un *software*.

Adicionalmente, se concluyó que los indicadores disponibles para la caracterización de los desastres naturales en el ámbito mundial se presentan en relación con intereses sectoriales; esto determina que la información necesaria para recuperar el territorio, orientar las acciones y realizar inversiones se encuentra fragmentada y resulta insuficiente. El caso de Colombia no es diferente: se identificó que la información recopilada de manera continua en el territorio no ha permitido caracterizarlo de forma completa, lo cual evita identificar vulnerabilidades y, en este sentido, no permite orientar las acciones para disminuir la susceptibilidad a desastres naturales.

Respecto a los eventos naturales en Colombia, se reconoció que existe información de las características y de las consecuencias, especialmente las más recientes. En el caso de eventos ocurridos hace más de veinte años, la información es incompleta tanto del desastre como de las consecuencias; en este sentido, la única forma para realizar una validación de la estructura de los datos fue a través de expertos de cada dimensión del territorio. Debido a lo anterior, no fue posible realizar una validación matemática, especialmente en lo relacionado con la afectación en las actividades y comportamientos humanos.

Además, fue posible desarrollar una estructura de datos acorde con una formulación de indicadores asociados a cada una de las dimensiones del territorio. Esto permite realizar una caracterización completa de las diversas regiones en Colombia y conocer las consecuencias de un desastre natural, tanto en los elementos del territorio como en la estructura conformada por las relaciones entre las dimensiones. Este primer proyecto permitió identificar la necesidad de realizar investigaciones adicionales en:

- a. Diseño y desarrollo de talleres sociales utilizando técnicas etnográficas, con el fin de analizar los comportamientos de la comunidad y fortalecer la dimensión sociocultural.
- b. Identificación y priorización de acciones para la reducción del riesgo y el manejo de desastres, debido a la posibilidad de materialización de amenazas naturales y siconaturales.
- c. Diseño de modelos para la toma de decisiones que permitieran interconectar los indicadores de vulnerabilidad territorial con las acciones para la reducción del riesgo y el manejo de desastres.
- d. Desarrollo de un sistema de apoyo a procesos de toma de decisiones, integrando los diferentes resultados de los proyectos.

Los productos generados en esta fase fueron los siguientes:

- a. Producto de nuevo conocimiento: base de datos y desarrollo web *Management Complexity*.
- b. Dirección de diez trabajos de grado de pregrado.
- c. Ponencia internacional en el evento Agua 2013, organizado por la Universidad del Valle.
- d. Ponencia nacional en las jornadas de investigación de la Universidad Católica de Colombia y una publicación de artículo en revista indexada (*Studiositas*).

El segundo proyecto, "Retrospectiva de las catástrofes naturales en Colombia como insumo para la construcción de un Sistema Soporte de Decisiones, fase 2: Modelo para la priorización de mecanismos de intervención en el territorio", inició su ejecución en 2013 y finalizó en 2014; en esta segunda fase se buscó construir un modelo que permitiera priorizar los mecanismos de intervención en un territorio posterior a una catástrofe natural, a partir de la estimación de la afectación de las diferentes dimensiones del sistema territorial.

Los principales resultados se relacionan con el estudio de tres casos específicos de eventos naturales en Colombia, a saber: el desastre de Armero, Tolima, en 1985; las inundaciones de 2010 y 2011 en la región de La Mojana, específicamente en el municipio de San Marcos, Sucre, y las inundaciones en 2010 y 2011 en el sur del Atlántico, específicamente en el municipio de Manatí.

Estos estudios permitieron obtener los indicadores para cada municipio, los cuales fueron utilizados como insumo para la construcción del Sistema Soporte de Decisiones (modelo). Por medio de los datos recolectados se diseñó, implementó y probó el Sistema de Información de Vulnerabilidad Territorial (SIVT), el cual está orientado a identificar el índice de vulnerabilidad territorial y las acciones para la reducción del riesgo y el manejo de desastres en un territorio; en su elaboración se tuvieron en cuenta los criterios de calidad asociados a la usabilidad y confiabilidad del *software*.

Además, fue desarrollada una herramienta web, conceptualizada de manera tal que pueden incluirse nuevos modelos para la toma de decisiones, nuevos *stakeholders* que permitan mejorar el proceso de evaluación de los modelos, nuevas acciones para la toma de decisiones, nuevas poblaciones que complementen los estudios de caso actuales en el sistema, nuevos usuarios para el ingreso de la información recolectada y nuevos usuarios para la consulta del sistema.

Los productos generados en esta fase fueron:

- a. Artículo científico en revista indexada: "Diseño de una metodología para el análisis de la vulnerabilidad territorial, caso colombiano". Revista *Disasters*. ISI Q1. Estado: sometido. Factor de impacto: 1023.
- b. Ponencia en el XXI Seminario Nacional de Hidráulica e Hidrología, Villa de Leyva, Boyacá, 25 al 27 de septiembre de 2014.
- c. Ponencia en el V Congreso Internacional de Ingeniería Civil, Universidad Santo Tomás, seccional Tunja, Boyacá, 4 y 5 de septiembre 2014.
- d. Ponencia en el XXXIV Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Monterrey, México, 2 al 6 de noviembre de 2014.
- e. Artículo científico en revista indexada: "Modelos de toma de decisiones para la construcción de un sistema que permita la identificación del índice de vulnerabilidad territorial". Revista *Ingeniería y Universidad*. Indexación Q4. Scimago Journal Rank 0,121. Estado: sometido y en proceso de ajustes.
- f. Registro de *software*; en proceso de evaluación de criterios de calidad y usabilidad.

- g. Artículo “Formulación de indicadores de vulnerabilidad territorial en la dimensión sociocultural producto de análisis del desastre natural en Armero, Tolima”, publicado en la revista *El Arrendajo Escarlata* del Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- h. Dirección de veinticuatro trabajos de pregrado.

El tercer proyecto, “Retrospectiva de las catástrofes naturales en Colombia como insumo para la construcción de un Sistema Soporte de Decisiones, fase 3: Modelo multiagente como guía para la intervención en el territorio”, inició en 2015 y actualmente se encuentra en ejecución. Los principales resultados esperados de esta fase se relacionan con la validación de los modelos Múltiple Criteria Decision Analysis (MCDA) y la integración de un sistema apoyado en agentes para generar escenarios de intervención en el SIVT.

Como producto generado en esta fase se tiene un artículo científico publicado en revista indexada: “Territorial vulnerability assessment frame in Colombia: Disaster risk management”, *International Journal of Disaster Risk Reduction*. SCImago Journal Rank (SJR): 0,599. Estado: publicado.

Estos antecedentes evidencian que en cada una de las fases del proyecto se han generado diferentes resultados y productos de interés para los procesos de gestión del riesgo en Colombia; sin embargo, no hay un documento que presente los resultados integrados de ellas y que sirva como guía para el conocimiento y manejo de la gestión del riesgo en el país. De esta necesidad surge la idea de compilar dicha información en un libro resultado de investigación.

¿Cómo se realizó y qué contiene cada capítulo?

Para la presentación de los capítulos y la metodología, se sigue el esquema de la figura 1, donde se evidencia el proceso de desarrollo del proyecto y su conexión con la conformación de las secciones del libro. En el marco de la gestión del riesgo es necesaria la evaluación de la amenaza y la vulnerabilidad (1)¹. Dado que esta investigación se enfoca en el análisis de la vulnerabilidad (2), en el primer capítulo se propone una definición que equilibra la visión tradicional de las ciencias sociales y las ciencias naturales con un enfoque holístico; además, son establecidas algunas generalidades de riesgo.

Con base en la aproximación propuesta, se presentan diferentes metodologías con el objeto de evaluar si las dimensiones del desarrollo territorial (3) reflejan el carácter concomitante e interdependiente que se pretende abarcar con la propuesta de vulnerabilidad. Las dimensiones son: económico-productiva, sociocultural, político institucional, ambiental y urbano-regional. Todas estas recurren a las mediaciones de las ciencias sociales con sus instrumentos metodológicos de análisis e interpretación (Villegas et al., 2017).

¹ El número sirve como referencia para facilitar y orientar la lectura de la figura 1.

Como complemento se hace un análisis de desastres naturales y se proponen metodologías que incluyen variables e indicadores para identificar cómo se entiende este concepto en otros países y en Colombia.

Un aspecto articulador de los siguientes capítulos es el Sistema de Información Soporte de Decisiones (SIVT) (4). Antes de presentar los insumos para su construcción y los modelos usados, se realiza una fundamentación de este sistema. Así, el capítulo 2 permite conceptualizar los modelos soporte para la toma de decisiones que se utilizan en el *software* SIVT desarrollado en el proyecto de investigación, el cual logra determinar la vulnerabilidad de una población dada y, a partir de ello, determinar las acciones de intervención en el territorio.

Figura 1. Articulación de la metodología y los capítulos del proyecto de investigación



Fuente: autores.

Para el caso del proyecto se propuso trabajar con modelos de programación dinámica, específicamente mediante el análisis de decisión multicriterio (Multiple Criteria Decision Analysis [MCDA]), debido a que el problema que se desea resolver requiere tomar varias decisiones para optimizar una función objetivo. Según la revisión realizada principalmente en revistas ISI/SCOPUS de los primeros cuartiles respecto a diferentes modelos y técnicas presentes para la toma de decisiones —estos se evidencian en la bibliografía y en los casos presentados en el capítulo II—, cada vez es más común el uso de modelos de programación dinámica MCDA para tomar decisiones ante desastres naturales, principalmente en terremotos, inundaciones, reforestación, calentamiento global y contaminación ambiental.

Una vez es determinada la técnica MCDA, por los motivos anteriores —que están evidenciados en el capítulo II—, se eligieron los modelos representativos y recomendados en la literatura para tomar decisiones ante desastres naturales, a saber: Electre III, Promethee II, AHP y AHP Fuzzy. Estos se seleccionaron debido a los casos de éxito encontrados, su facilidad de uso para los *stakeholders* (actores interesados), la simplicidad de la estrategia del modelo, la variación de la solución y la aplicación del modelo.

Finalmente, estas técnicas fueron implementadas al SIVT, el cual, como se ha indicado, calcula el índice de vulnerabilidad territorial utilizando las dimensiones propuestas en el capítulo 1, los indicadores determinados en el capítulo 3 y los datos suministrados en el capítulo 4 con relación a los casos de estudio. De este modo, se generan las acciones para la reducción del riesgo y el manejo de desastres en un territorio (definidas igualmente en el capítulo 3) a partir del grado de vulnerabilidad.

En el proceso de construcción del SIVT son necesarias unas variables de entrada y salida; estas son conceptualizadas y presentadas en el capítulo 3, donde se hace un análisis de las causas y los efectos de amenazas naturales y socionaturales en Colombia, y para esto se proponen unos indicadores que representan la vulnerabilidad territorial. Los indicadores se soportan en el enfoque holístico de la vulnerabilidad presentado en el capítulo I, su estructura permite abordar el complejo sistema territorial y se hace una interpretación de sus interrelaciones, con el fin de establecer la vulnerabilidad del territorio; es más, se puede establecer que las consecuencias de un desastre natural sobre un sistema territorial son disímiles en relación con la realidad de las dimensiones y la sinergia entre ellas.

Para la formulación de los indicadores (variables de entrada), primero se hizo una búsqueda de información relacionada con los efectos que han generado eventos naturales en diferentes zonas del mundo, como el terremoto y tsunami de Valdivia, Chile, 1960; la erupción volcánica del nevado del Ruiz, Colombia, 1985; el deslizamiento en Villatina, Medellín, Colombia, 1987; el desastre de Vargas en Venezuela, 1999; el terremoto de Armenia, Colombia, 1999; el terremoto y tsunami del sudeste asiático, 2004; el terremoto de Puerto Príncipe, Haití, 2010; las inundaciones en Pakistán, 2010, y las inundaciones en el sur del Atlántico, Colombia, 2010 (Torres, Medellín y Villegas, 2011; Aragón, Povenda y González, 2012).

Los resultados evidenciaron la necesidad de contar con un enfoque más amplio de vulnerabilidad, motivo por el cual se hace una combinación de las perspectivas comúnmente usadas desde las ciencias sociales y la ingeniería; combinación que toma como elemento expuesto para determinar la vulnerabilidad no solamente al grupo social, sino también al entorno donde desarrolla todas sus actividades. El entorno mismo puede verse afectado e, igualmente, dependiendo de las condiciones, hace que el hombre tenga mayor o menor poder de resiliencia.

Además fueron estudiadas diversas metodologías de evaluación del riesgo: la metodología para obtener indicadores de riesgo de desastres y gestión de riesgos, que detalla las pérdidas económicas potenciales que podrían sufrir diecisiete países de América Latina y el Caribe (Banco Interamericano de Desarrollo, 2010); Metodología de Gestión de Riesgos y Catástrofes (Megerica), enfocada a proporcionar los lineamientos estratégicos para que las instituciones participantes y los diferentes grupos de los ejes COSIPLAN-IIRSA orienten su gestión de catástrofes con vista a objetivos y metas, considerando la realidad social, ambiental, territorial y económica; la metodología de evaluación probabilista de riesgos naturales (CAPRA, 2011), que tiene como objetivo desarrollar un modelo de análisis de riesgo probabilista o modelación de pérdidas probabilística para el país o la zona de análisis, entre otras.

La primera propuesta de indicadores se hizo con ambas fuentes de información: estudios de caso (técnicas etnográficas) y metodologías; luego fue complementada con el apoyo de panel de expertos, pero también con el trabajo de campo a través de estudios de caso, que buscó fortalecer los indicadores de la dimensión sociocultural, como se observa en el capítulo 4.

De esta manera, la información de los indicadores fue obtenida a partir de fuentes primarias y secundarias, en diferentes escalas espaciales y temporales. Tomando como referencia las dimensiones y los indicadores, fueron propuestas unas acciones (variables de salida) para la reducción del riesgo y el manejo de desastres en un territorio. Estas acciones se obtuvieron con la misma metodología de los indicadores y a través de una revisión de literatura, con el apoyo de paneles de expertos y el trabajo de campo.

La forma como se conectan los indicadores y las acciones es a través del SIVT, donde se calcula un índice de vulnerabilidad territorial y, a partir de este, se proponen las acciones que se deben tomar. El sistema es presentado en el capítulo 5, en tanto su conceptualización se despliega en el capítulo 2.

Los aspectos propuestos en el sistema de indicadores para analizar la vulnerabilidad sociocultural se caracterizan por tener un alto nivel de complejidad, al considerar las condiciones humanas y las relaciones sociales (p. e., liderazgo, honestidad, creatividad, humor, redes sociales, resiliencia, nivel de consenso). En este sentido, fueron contruidos indicadores a partir de trabajo de campo (con información de estudios de caso; [6] en la figura 1) y con el uso de elementos provenientes de métodos etnográficos (Álvarez, 2008) (4), así como con metodologías de participación y autoindagación colectiva, caracterizados por los principios de “aprender haciendo” y generar espacios para la reflexión crítica.

El trabajo de campo tuvo como propósito generar espacios para el intercambio de saberes, en perspectiva interdisciplinar, y fueron desarrollados talleres y un proceso de acción comunicativa-dialógica con las comunidades. De igual manera, se realizaron entrevistas, análisis documentales, análisis de datos, encuestas, dibujos de la situación de riesgo, poesías y metarrelatos, lo que al final generó el conjunto de indicadores de carácter cualitativo que alimenta el Sistema Soporte de Decisiones. Para esto fueron diseñados tres talleres: “Creencias y valores”, “Redes sociales” e “Identidad y resiliencia local”.

Estas metodologías de participación fueron implementadas en los municipios de San Marcos (Sucre), Manatí (Atlántico) y Armero Guayabal (Tolima). Además, se llevaron a cabo encuestas en Chía (Cundinamarca), Bosa (Bogotá) y Sibaté (Cundinamarca). En estas visitas también fue recogida información secundaria que alimenta el sistema de indicadores y sirve como insumo para realizar las primeras simulaciones del SIVT.

El capítulo 5 permite conceptualizar el SIVT que se utiliza en el *software* implementado en el proyecto de investigación, el cual tiene como propósito determinar la vulnerabilidad de una población dada. El sistema se desarrolló utilizando las fases de análisis, diseño, desarrollo y pruebas.

Teniendo en cuenta que para la identificación del índice de vulnerabilidad territorial se utilizan modelos multicriterio, se buscó aplicar metodologías de desarrollo ágil, de manera tal que las modificaciones realizadas pudieran ser implementadas rápidamente. La metodología empleada en el desarrollo abarca, además de un conjunto de procedimientos y herramientas dirigidos a un correcto modelamiento, un marco de trabajo de buenas prácticas para la etapa de construcción del *software*.

La metodología presenta cuatro fases: iniciación, elaboración, construcción y transición. El modelamiento de sistemas con los requerimientos se procesa en la primera fase; en la elaboración se define formalmente la arquitectura de producto; en la fase de construcción se trabaja en la realización de un producto totalmente operativo y eficiente, acorde con los lineamientos y patrones definidos por el equipo de desarrolladores; finalmente, en la fase de transición se realizan las pruebas finales del sistema y su documentación.

El sistema se estructuró bajo una arquitectura distribuida orientada a servicios (SOA, por las siglas del inglés: *Service Oriented Architecture*), buscando dinamizarlo de acuerdo con los requerimientos de los actores de decisión y los usuarios de interés. La comunicación entre sus componentes de *software* utiliza el protocolo de acceso simple a objetos recomendado por el World Wide Web Consortium y la transferencia de datos e información a través del protocolo de transferencia de hipertexto. Este último está conformado por tres grandes componentes: *User Web System* (responsable de facilitar la creación, edición y eliminación de usuarios de acuerdo con los perfiles establecidos, junto con la creación, edición y eliminación de grupos de atributos); *Information Storage* (encargado de almacenar las bases de datos con los indicadores y la información de los modelos) y *Modules Decision* (que integran los diferentes modelos para la toma de decisiones).

El SIVT desarrollado calcula el índice de vulnerabilidad territorial utilizando los datos recolectados en las visitas de campo y los casos de estudio determinados (capítulo 4), los cuales son cargados a través del User Web System por alguno de los *stakeholders* del proyecto. A través de la plataforma, cualquier usuario puede calcular el indicador de vulnerabilidad territorial al seleccionar alguno de los modelos elegidos (capítulo 2), el cual determinará el indicador usando como base las dimensiones (capítulo 1) y los indicadores de las dimensiones (capítulo 3). Con ello se generan las acciones de intervención en el territorio a partir del grado de vulnerabilidad encontrado.

Como etapa futura del proyecto, y con el objetivo de generar un modelo de gestión de la herramienta, se propone el diseño de una plataforma interactiva que integre el SIVT, pero además información sobre gestión del riesgo en Colombia, con el fin de lograr que los actores y las instituciones puedan usar el modelo y la información en los procesos de toma de decisiones (p.e., para ejercicios de capacitación con las comunidades locales, procesos de reconstrucción de infraestructura, entre otros). Además, la plataforma tendría la capacidad de ser alimentada por nuevos estudios de caso, por valores de indicadores de diferentes años, adicionar indicadores y acciones; de esta manera se podrían realizar diferentes simulaciones para la generación de escenarios de riesgo.

¿Cuáles son los principales resultados?

Los resultados más sobresalientes de este proyecto pueden resumirse a continuación:

- a. Conceptualización sobre la vulnerabilidad territorial en el marco de la gestión del riesgo.
- b. Un sistema de indicadores de vulnerabilidad que permite analizar los efectos de los desastres naturales en un territorio, considerando cinco dimensiones.
- c. Un conjunto de acciones para la reducción de riesgo y manejo de desastres que sirven como insumo en los procesos de toma de decisión en el territorio.
- d. Un sistema de información (SIVT), el cual está orientado a identificar el índice de vulnerabilidad territorial a partir de los indicadores de vulnerabilidad territorial, así como generar las acciones para la reducción del riesgo y el manejo de desastres en un territorio.
- e. Una plataforma para la toma de decisiones en la cual se tuvieron criterios de calidad y usabilidad; está conceptualizada de manera tal que pueden incluirse nuevos modelos para la toma de decisiones, nuevos *stakeholders* que permitan mejorar el proceso de evaluación de los modelos, nuevas acciones para la toma de decisiones, nuevas poblaciones que complementen los estudios de caso actuales en el sistema, nuevos usuarios para el ingreso de la información recolectada y nuevos usuarios para la consulta del sistema. Esto hace que el SIVT sea altamente escalable y flexible para la toma de decisiones.

- f. Un análisis de tres estudios de caso que permite el diseño de los indicadores de vulnerabilidad sociocultural, al igual que generar las primeras simulaciones para la validación del SIVT.
- g. Complementariedad entre las ciencias instrumentales (empírico-analíticas), las ciencias sociales (histórico-hermenéuticas) y las ciencias humanas (estético expresivas).

Generalidades del riesgo y conceptualización de la vulnerabilidad

Una de las dificultades que existe para hacer una gestión del riesgo efectiva es la multiplicidad de definiciones que se encuentran en la literatura en relación con las palabras *vulnerabilidad*, *amenaza* y *riesgo*. Las diferencias conceptuales que se presentan hacen que la comunicación entre profesionales de diversas disciplinas aborde el problema de gestión del riesgo de forma diferente, y que consecuentemente los esfuerzos que se realicen no vayan encaminados a solucionar problemas de raíz para mejorar el nivel de vida de las comunidades afectadas por un peligro natural.

En este capítulo se analizan y desarrollan dos aspectos: a) una recopilación de metodologías de evaluación de riesgo, cuyas definiciones de riesgo son diferentes para cada contexto; b) una revisión analítica de definiciones de vulnerabilidad, dependiendo de las diversas disciplinas que abordan el problema de gestión del riesgo. De igual manera, se propone retomar las cinco dimensiones del territorio propuestas por el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2010) y definir consecuentemente cinco tipos de vulnerabilidades que permitan construir una visión completa e integradora de la comprensión de las condiciones del territorio. Los aspectos expuestos en esta sección son la base conceptual de la investigación sobre la cual se soportan los siguientes capítulos.

En la literatura existen diferentes metodologías de evaluación de riesgo; su estructura varía de acuerdo con los objetivos, la profundidad y el tipo de análisis (cualitativo y cuantitativo). Dentro de las más aplicadas en el contexto latinoamericano se encuentran las propuestas por la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 1998) y la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD, 2011), que centran su análisis desde un enfoque físico dirigido a los sistemas de acueductos y alcantarillado.

Por su parte, la Dirección de Gestión del Riesgo (DGR, 2010) propone una evaluación del riesgo en la que los factores asociados a la naturaleza no son tenidos en cuenta. El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2004) centra la evaluación del riesgo teniendo en cuenta el aspecto físico de las comunidades. La Environmental Protection Agency (EPA, 2000)

propone la evaluación del riesgo estableciendo el potencial de efectos adversos sobre la salud humana y el medioambiente de un agente o fenómeno en particular. Mendoza (2011) centra la evaluación del riesgo en el componente natural, estimando la afectación sobre la naturaleza.

Asimismo, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal, 2003) propone la evaluación de los efectos económicos, sociales y ambientales de los desastres, que se clasifican en daños directos e indirectos, y en efectos macroeconómicos y globales. El Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2010) propone indicadores de riesgo de desastre y gestión de riesgos, enfocados a evaluar el riesgo en un país considerando aspectos como las pérdidas económicas que podría sufrir y sus implicaciones en términos de recursos para atender la situación; así también, el grado de exposición o susceptibilidad, a través del cálculo de tasas de crecimiento y densidad poblacional y fragilidad socioeconómica, considerando la inseguridad humana, la dependencia, la pobreza, el analfabetismo, el desempleo, la deuda y degradación del suelo; finalmente, la resiliencia en términos de nivel de desarrollo humano, capital humano, gobernabilidad, protección financiera y medición del desempeño de la gestión del riesgo (Vargas, 2014).

En el ámbito internacional, entidades como la Oficina de Gestión de Emergencias de Australia (EMA, 2002) centran su análisis en metodologías para evaluar los impactos económicos de un desastre en el contexto regional. El Instituto Nacional de Ciencias de la Construcción de los Estados Unidos, en colaboración con la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA), desarrolló una metodología para estimar las pérdidas que podrían causar terremotos, tormentas de viento e inundaciones, denominada Hazards US (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres [UNISDR], 2013). La Federación Internacional de Sociedades de la Cruz y de la Media Luna Roja (FICR, 2006) ha propuesto la metodología AVC para la evaluación de la vulnerabilidad y la capacidad, donde de manera participativa se busca que los miembros de una comunidad tomen mayor conciencia acerca de los riesgos; para esto se consideran aspectos como los medios de subsistencia, el bienestar, la autoprotección, la protección social y la gobernanza. En la tabla 1 se presentan las metodologías de evaluación de riesgo más usadas en función de la dimensión del desarrollo territorial (este aspecto será abordado en el siguiente apartado).

Por otro lado, para la evaluación de la vulnerabilidad, se observa que existen varias aproximaciones: Chaux (1989), Gobierno Regional del Cusco (2011), Foschiatti (2009), Lavell (1997), Dirección General del Riesgo (2010), Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2007), Botero (2009), Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci, 2006) y Cannon (1991). Sus posturas tienen en cuenta aspectos tales como el económico, institucional, físico, ambiental, ecológico, tecnológico, científico, material, cultural, sanitario, epidemiológico, entre otros (Vargas, 2014).

También se identifican plataformas de información sobre evaluación de riesgos de desastres. CAPRA (2011) es un ejemplo una plataforma que se enfoca en la evaluación. Para la amenaza, se modela la frecuencia e intensidad de los desastres; la

vulnerabilidad se obtiene por medio de la caracterización de los elementos expuestos a la amenaza y se explicita por medio de funciones de vulnerabilidad específicas. Finalmente, se calculan las pérdidas correspondientes a periodos de retorno o escenarios de aviso de liberación ingeniería (ERN) (CAPRA, 2008), con lo que se obtiene la evaluación del riesgo cuantitativo.

Los autores y las instituciones anteriores presentan diferentes definiciones de los aspectos que abarcan los procedimientos para la evaluación de la amenaza y vulnerabilidad, dependiendo de la perspectiva del estudio. De lo anterior se observan tres aspectos por tener en consideración:

- a. No se tiene en cuenta la totalidad de factores que afectan el territorio y tampoco se integran, por lo que su aplicación en un sitio específico dará resultados restringidos y parcializados.
- b. Se observan deficiencias en la forma como se aborda el denominado *componente sociocultural* (UNISDR, 2013), ya que aspectos como las redes sociales, la resiliencia, las dimensiones actitudinales o motivacionales en la comunidad potencialmente afectada no son abordados; estos se estiman a través de datos cuantitativos, y en los casos que se estima de forma cualitativa, no se integran a los demás factores que afectan el territorio.
- c. Las metodologías abordan en su mayoría escalas temporales posteriores a las catástrofes, que no se articulan con análisis retrospectivos de los desastres.

Como se observa en la tabla 1, las metodologías no incluyen en su análisis la totalidad de las dimensiones del territorio², lo que expresa una visión restringida y el desconocimiento para reflejar la estimación del riesgo de forma integral con una aproximación holística (Cardona, 2001).

2 Se entiende como un "proceso de cambio estructural emprendido por una sociedad organizada territorialmente, sustentado en la potenciación de los capitales y recursos (materiales e inmateriales) existentes localmente y el aprovechamiento de las oportunidades externas, con el fin de dinamizar la economía y de mejorar la calidad de vida de la población. Las dimensiones del desarrollo territorial permiten realizar una comprensión integral del desarrollo y la organización territorial" (Departamento Nacional de Planeación, 2010).

Tabla 1. Metodologías de evaluación del riesgo

METODOLOGÍA	RIESGO	DIMENSIÓN DEL DESARROLLO TERRITORIAL				
		ECONÓMICO-PRODUCTIVA	SOCIO-CULTURAL	POLÍTICO-INSTITUCIONAL	AMBIENTAL	URBANO - REGIONAL
1. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD Y CEPAL (1998)	El riesgo se evalúa desde un enfoque físico de los sistemas de acueducto y alcantarillado; por ello, el riesgo es el resultado del impacto del servicio, dada cada una de las amenazas evaluadas en los componentes de los sistemas.					X
2. UNGRD, DIRECCIÓN DE GESTIÓN DEL RIESGO (DGR), GUÍA METODOLÓGICA PARA LA FORMULACIÓN DEL PLEC'S (2008)	La evaluación del riesgo toma en consideración la información histórica disponible sobre eventos ocurridos y los efectos que estos tuvieron sobre la población infraestructura y servicios. La evaluación del riesgo tiene como finalidad organizar a personas, recursos y los esfuerzos públicos, privados y comunitarios ante posibles emergencias.	X	X	X		X
3. PNUD-UNDRR, NACIONES UNIDAS (2004)	Evaluación del riesgo se define como las pérdidas causadas por las amenazas, en términos de la probabilidad de los efectos y la población total afectada, lo cual puede variar de un lugar a otro y frente a diferentes escenarios.		X			
4. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA) (2000)	El riesgo es estimado como una función de la exposición, por lo que los diferentes niveles de exposición experimentados por la población bajo análisis determinan el rango y nivel del riesgo estimado. No se define una expresión matemática para su cálculo, ya que depende de las características propias de los elementos y fenómenos analizados. La evaluación del riesgo establece el potencial de causar efectos adversos sobre la salud humana y el medioambiente de un agente o fenómeno en particular.		X		X	
5. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DEL RIESGO EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE (CORTÉS, 2005)	Se propone una metodología para cuantificar los diferentes niveles de riesgo, considerando la oferta hídrica por factor principal para la estimación del riesgo. También incorpora variables de demanda del recurso.				X	
6. SSPD (2011)	No se estima.					X

Fuente: adaptado de Vargas [2014].

Vulnerabilidad

Existen tantas definiciones de vulnerabilidad como autores de diferentes disciplinas que abarcan el problema. Glade (2003) menciona que existen dos diferentes perspectivas para examinar la vulnerabilidad: la de las ciencias sociales y la de las ciencias naturales de la ingeniería. De la perspectiva que se tome para su evaluación, ya sea de carácter cuantitativo o cualitativo, depende la aproximación a su definición.

En términos ingenieriles, la vulnerabilidad se puede entender como el potencial de un elemento expuesto a experimentar un impacto adverso (Alexander, 1999), como una medida del daño que sufre un elemento en riesgo cuando se ve materializada la amenaza (Wisner y Luce, 1993; Blaikie et al., 1994; Dooge, 2004) o como la relación existente entre la exposición de un elemento y la resistencia del elemento bajo un nivel de amenaza dado. El elemento en riesgo puede comprender las personas, las

propiedades, las actividades económicas, los servicios públicos y privados, entre otros (Alexander, 1999).

En el contexto de las ciencias sociales, la definición de vulnerabilidad se refiere a las características de una persona o un grupo de personas en términos de su capacidad para anticipar, enfrentarse, resistir y recobrase del impacto de una amenaza (Glade, 2003).

En el caso de la perspectiva ingenieril, se necesita que exista un elemento expuesto para que se genere vulnerabilidad; es decir, cada elemento expuesto tiene una vulnerabilidad intrínseca asociada a su existencia (solo por el hecho de estar en el área de influencia de una amenaza tiene vulnerabilidad). Por otro lado, desde el punto de vista de las ciencias sociales, el único “elemento” que está expuesto es la persona o grupo de personas, en tanto los otros elementos expuestos permiten que la materialización de la amenaza tenga un impacto más o menos fuerte.

Autores como Wilches-Chaux (1989), Lavell (1997), Indeci (2006), Cannon (1991) y Anderson y Wooddrow (1991) presentan esquemas de definiciones de vulnerabilidad en los que se abarcan diferentes aspectos. A manera de ejemplo, Wilches-Chaux (1989) aborda diferentes aspectos de la vulnerabilidad (natural, física, ecológica, técnica, económica, social, cultural, ideológica, institucional y político) desde el ámbito social. En otras palabras, es común que la conceptualización de las vulnerabilidades no sea desarrollada de forma integral, sino que su abordaje sea fragmentado (Cardona, 2001), lo que inmediatamente lleva a que la gestión del riesgo que se realiza a partir de su evaluación con conceptualizaciones parcializadas y disciplinares no tengan la efectividad y el impacto positivo que deberían obtenerse al afrontar el problema con una visión sistémica de la materialización de una amenaza en un entorno afectado.

Aspectos adicionales que deben ser abordados para el análisis del riesgo son:

- a. Teoría general de sistemas y su concepción holística.
- b. Gestión del riesgo.
- c. Dimensiones del territorio como respuesta a la concepción holística.

La teoría general de sistemas (TGS) analiza un sistema de forma general, comprendido como un conjunto de subsistemas interactuantes e interdependientes que se relacionan formando un todo unitario y complejo. De esta manera, cada sistema y subsistema desarrollan una cadena de eventos que funcionan como un todo, y ninguno de estos subsistemas es totalmente independiente (Moreno, 2011). La TGS se presenta como una forma de aproximación y representación de la realidad; se caracteriza por su perspectiva holística e integradora, donde lo importante son las relaciones y los conjuntos que a partir de ellas emergen.

La aproximación holística enfatiza la importancia del todo considerado en su globalidad, lo cual permite entender de manera integradora los eventos desde el punto de vista de las múltiples interacciones que los caracterizan. De esta forma, se pueden apreciar particularidades que por lo regular no se perciben si se estudian los aspectos que conforman el todo por separado (Morales, 2002).

La gestión del riesgo

En la Ley 1523 de 2012 se define *gestión del riesgo* de esta manera:

Es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entendiéndose: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible (Congreso de la República, 2012).

Para su abordaje, se puede observar que se concentra en dos fases principalmente: a) la identificación y b) las medidas de prevención y mitigación.

Antes de la ocurrencia de un evento, abarca dos etapas. La primera comprende la identificación del riesgo, la cual está compuesta por:

- a. *Evaluación de la amenaza.* Puede hacer referencia a la probabilidad de ocurrencia de un efecto adverso en un elemento expuesto en un espacio o un tiempo determinados. También se referencia como un evento natural o antrópico que puede causar algún tipo de daño/pérdida, sea material, ambiental, de vidas humanas, etc. (Lavell, 1997). Esta última definición deja por fuera el carácter probabilístico que se debe hacer a un análisis que por naturaleza tiene incertidumbre de carácter natural y epistémico.
- b. *Evaluación de la vulnerabilidad.* Es la propensión a ser afectado o a sufrir algún daño, considerando diferentes factores o categorías, como sociales, económicos, físicos y ambientales, ecológicos (Kohler, 2004). En la tabla 2 se presentan diferentes categorías de vulnerabilidad.
- c. *Riesgo.* Es el producto de la interrelación de las amenazas con la vulnerabilidad que se presenta con un nivel de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un periodo definido (Lavell, 1997; Fondo de Prevención y Atención de Emergencias, 2011).

Se pueden describir tres tipos de enfoques conceptuales para identificar el riesgo (Botero, 2009):

- a. *Enfoque tecnocrático.* Fue el primer enfoque conceptual en desarrollarse a partir del punto de vista de las ciencias naturales, el cual consideraba que el riesgo de un elemento está definido únicamente por su grado de exposición a una amenaza, obviando las características propias del elemento (Fondo de Prevención y Atención de Emergencias, 2011).
- b. *Enfoque estructural.* Introdujo el concepto de capacidad, reconociendo que los elementos expuestos a una amenaza presentan una serie de condiciones particulares que determinan una capacidad de respuesta. Las actividades

para la gestión del riesgo se concentran en mejorar la identificación de la amenaza, reducir la exposición, caracterizar y mejorar la capacidad de los elementos expuestos (Botero, 2009; Fondo de Prevención y Atención de Emergencias, 2011).

- c. *Enfoque de la complejidad.* Reconoce las múltiples y diversas interacciones entre elementos y procesos de un sistema y las relaciones entre la naturaleza y la sociedad; el estudio del riesgo requiere de un análisis de dichas interacciones, vistas de manera integral e integradora (Bankoff, Frerks y Hilhorst, 2004). Desde este enfoque, las dimensiones del territorio resultan ser una buena expresión de la aproximación holística, toda vez que integran variables físicas, económicas, sociales, políticas, culturales o de otro tipo, lo que favorece los resultados de la evaluación del riesgo. Un enfoque de este tipo se desarrollará en el presente libro.

La segunda etapa corresponde a las medidas de prevención y mitigación; se incluyen medidas políticas, jurídicas, administrativas, infraestructurales y de planificación (Botero, 2009) para reducir el riesgo.

El durante y el después del desastre hacen referencia a una serie de fases posteriores a la ocurrencia o materialización de un evento amenazante; se caracterizan principalmente por medidas de respuesta a las emergencias, rehabilitación y reconstrucción de la infraestructura, asistencia humanitaria, entre otras (Vargas, 2014).

Dimensiones del territorio

Son un medio que hace posible abordar de manera integral e integradora³ los factores básicos que estructuran el desarrollo del territorio, con el propósito de construir escenarios que permitirán pasar de la situación presente a un futuro deseado. Considerando que no existe una concepción que unifique las diferentes categorías de vulnerabilidad (Cardona, 2001), se propone, mediante la formulación de un enfoque holístico, a través de las cinco dimensiones del territorio, desarrollar cinco definiciones de vulnerabilidad, de manera que se obtenga una visión completa e integradora de comprensión de las condiciones del territorio, las cuales reflejen la interrelación e interdependencia de los factores que afectan al hombre y al medioambiente con potencialidad de afectación debido a la materialización de una amenaza.

Según el Departamento Nacional de Planeación (2010), los componentes territoriales pueden ser integrados y examinados de manera interrelacionada a través de cinco dimensiones. A continuación se plantea parte de las características de cada una de ellas.

3 Es integral por incluir de forma interrelacionada las dimensiones básicas del desarrollo territorial (natural, económica, social e institucional), e integradora porque el desarrollo territorial se activa a través de la intersección y las interacciones de los asuntos sectoriales y entre espacios y niveles territoriales locales, regionales, nacionales e internacionales (Departamento Nacional de Planeación, 2010).

Económico-productiva. Es concebida desde la competitividad⁴ territorial, con el fin de promover el crecimiento económico y el desarrollo local; busca la construcción de sistemas productivos que van desde lo sectorial hacia la formación de vínculos competitivos en el ámbito territorial. Plantea relaciones⁵ con factores productivos, condiciones de la demanda, estructura y rivalidad de las empresas, asociatividad, formación de redes y encadenamiento empresarial con el entorno territorial.

Político-institucional. Su principal propósito es la gobernanza territorial⁶. Concentra su trabajo en la articulación y coordinación del desarrollo sustentable. Genera condiciones favorables para poder desarrollar acciones territoriales conjuntas entre gobierno y sociedad civil, requeridas para conseguir la cohesión territorial. El reto fundamental es la acción coordinada entre las instancias gubernamentales, privadas y sociales alrededor de la eficacia en la autogestión, interacción de acciones de interés común para el desarrollo territorial, transparencia en el manejo de los recursos públicos y generación de sinergias socioeconómicas.

Ambiental. Considera los aspectos básicos del ecosistema, su interrelación con el territorio y su interconexión con regiones biogeográficas; identifica la capacidad de los ecosistemas ante las influencias antrópicas⁷, la protección de los recursos naturales, su explotación y ocupación.

Urbano-regional. Corresponde al análisis del entorno territorial, como medio innovador para el desarrollo. Se examina el panorama sobre el escenario actual de los asentamientos urbanos y los desequilibrios en la disponibilidad y el acceso a las funciones urbanas, promoviendo así una mayor aproximación y accesibilidad entre los lugares avanzados y rezagados. Busca principalmente el crecimiento económico y desarrollo socioeconómico. Se caracteriza por la articulación e integración del sistema de asentamientos, a través de los cuales se propicia la generación de economías de aglomeración⁸ y de economías externas.

Sociocultural. Entendida como el conjunto de procesos sociales, culturales y económicos que promueven en un territorio el dinamismo productivo y el mejoramiento

4 Es la capacidad de las regiones de promover y atraer inversiones de manera sostenible, producir bienes y servicios con alto valor agregado, realizar acciones unificadas para el desarrollo del capital humano, cultural y social, cuidando el capital natural y medioambiental; de manera que el mayor crecimiento asociado sea sostenible en el tiempo y genere mayores niveles de vida a su población, en un marco de competencia internacional (Departamento Nacional de Planeación, 2010).

5 El enfoque analítico de desarrollo económico territorial se realizará con respecto a la formación de sistemas productivos locales y regionales; a la perspectiva económica de la formación de clúster se agrega la constitución de cadenas de valor territorial, permitiendo así que el crecimiento económico se transforme igualmente en desarrollo socioambiental sustentable.

6 Hace referencia a la forma en que los territorios departamentales y municipales son administrados y las políticas y los planes son aplicados, de manera que se logre una acción coordinada en que las instancias gubernamentales, privadas y sociales unen esfuerzos alrededor de objetivos compartidos de desarrollo, que garantizan un control y avance constante en las condiciones de desarrollo (Departamento Nacional de Planeación, 2010).

7 La forma como la sociedad se ha relacionado con el territorio al realizar sus actividades económicas y sociales; la armonía y desequilibrios existentes y tendencias (Departamento Nacional de Planeación, 2010).

8 Tal como la definió Strange (2005), "la aglomeración es la concentración espacial de la actividad económica en las ciudades".

continuo de la calidad de vida de la población. Plantea la identificación de los factores críticos para el desarrollo social-territorial no solo desde la perspectiva interna del área social, sino considerando también los componentes de crecimiento económico, desarrollo institucional y sostenibilidad ambiental. La dimensión social pretende la activación y canalización de fuerzas sociales, la mejoría en la capacidad asociativa, al tiempo que promueve el ejercicio de la iniciativa y potencializa la inventiva; por lo tanto, se trata de un proceso social y cultural, y solo subsiguiente es el económico.

Mediante las cinco dimensiones se facilita comprender el carácter dinámico y holístico del sistema territorial; así, se establecen relaciones entre los diferentes elementos tangibles e intangibles, de manera que se puedan analizar y comprender las condiciones del territorio como factores activos de desarrollo.

A partir de las cinco dimensiones propuestas por el Departamento Nacional de Planeación (2010), y considerando que la vulnerabilidad es concebida desde diferentes ópticas (ambiental, social, física, económica, etc.), en la tabla 2 se muestra cómo las diversas concepciones de vulnerabilidad no reflejan el carácter holístico desde las dimensiones del territorio.

En la tabla 2 se observa que existen diferentes categorías de vulnerabilidad que no presentan alguna relación entre ellas y no responden a una misma definición, a pesar de que correspondan a un mismo nombre (Vargas, 2014). Asimismo, en algunas categorías se incorporan factores propios de la actividad humana que al momento de su valoración y análisis conllevan múltiples interpretaciones (Foschiatti, 2009).

En este trabajo se propone un abordaje unificado del análisis de vulnerabilidad basado en la tradicional concepción de las ciencias sociales y de las ciencias naturales apropiado por la ingeniería; en este caso, la vulnerabilidad no presenta características puramente antropocéntricas, como lo estipula la aproximación de las ciencias sociales, sino que los elementos expuestos son el hombre y el medioambiente que lo rodea. Entiéndase en este contexto que dentro del medioambiente están todos los elementos materiales (p. e., edificaciones, vías de transporte, líneas vitales) y no materiales (p. e., creencias, religiosidad) que se interrelacionan con la existencia del hombre y la posible materialización de la amenaza.

En esta propuesta, cuando un elemento del entorno expuesto es afectado de forma directa, se afecta también el bienestar del hombre; de allí que sea necesario evaluar la vulnerabilidad del medioambiente junto a la afectación que puede tener el hombre a través de la vulnerabilidad del ambiente. La concepción de la vulnerabilidad territorial a través de la dimensión del territorio refleja esta concomitancia y mutua dependencia entre el ambiente y el hombre.

Tabla 2. Diferentes categorías de vulnerabilidad

DIMENSIONES DEL TERRITORIO (DNP, 2010)	CHAUX (1989)	GOBERNACIÓN REGIONAL DEL CUSCO (2011)	FOSCHIATTI (2009), LAVELL (1997)
Económico-productiva	Económica	Económica	Social-organizacional
	Institucional	Político-institucional	
	Física	Física	Físico-material
Político-institucional	Institucional	Político-institucional	Motivacional-actitudinal
	Económica	Económica	Social-organizacional
	Social	Sociocultural-organizativo	
	Política	Político-institucional	
Ambiental	Natural	Vulnerabilidad ambiental e higiene	Físico-material
	Ecológica		
	Física		
	Económica	Económica	Social-organizacional
	Social	Sociocultural-organizativo	
	Cultural		
	Política	Político-institucional	Motivacional-actitudinal
Urbano-regional	Natural	Vulnerabilidad ambiental e higiene	Físico-material
	Ecológica		
	Física		
	Técnica	Operativa	
	Económica	Económica	Social-organizacional
	Social	Sociocultural-organizativo	
	Cultural		
	Ideológica		
	Institucional	Político-institucional	Motivacional-actitudinal
Política			
Sociocultural	Natural	Vulnerabilidad ambiental e higiene	Físico-material
	Ecológica		
	Física		
	Técnica	Operativa	
	Económica	Económica	Social-organizacional
	Social	Sociocultural-organizativo	
	Cultural		
	Política	Político-institucional	Motivacional-actitudinal

Fuente: adaptada de Vargas [2014].

1. Generalidades del riesgo y conceptualización de la vulnerabilidad

DIRECCIÓN DE GESTIÓN DEL RIESGO (2010)	BOTERO (2009)	INDECI (2006)	FOSCHIATTI (2009)	CANNON (1991)	
Económica	Económica	Económica	Económica	Vulnerabilidad en los sistemas de vida	
Institucional		Político-institucional	Ambiental y de los sistemas de vida		
Física	Física	Física			
Institucional	Político-institucional	Político-institucional	Social y organizacional	Vulnerabilidad en los aspectos de protección social	
Económica	Económica	Económica			
Organizacional	Sociocultural	Social	Social		
Política					
Ambiental		Ambiental y ecológica	Ambiental y de los sistemas de vida	Vulnerabilidad en los sistemas de vida	
			Ambiental		
Física		Física	Ecológica		
		Científica y tecnológica	Física		
Económica	Económica	Económica	Sanitaria y epidemiológica		
Organizacional	Sociocultural	Social	Social		
Cultural		Cultural e ideológica	Económica		
Política		Político-institucional	Social y organizacional		
Ambiental		Ambiental y ecológica	Ambiental y de los sistemas de vida	Vulnerabilidad en los sistemas de vida	
			Ambiental		
Física	Física	Física	Ecológica		
			Física		
		Científica y tecnológica	Sanitaria y epidemiológica		
Económica	Económica	Económica	Social		
Organizacional	Socio-Cultural	Social	Económica		
Cultural		Cultural e ideológica	Social y organizacional		
Educativa		Educativa	Movilidad urbana		
Institucional	Político-institucional	Político-institucional	Ambiental y de los sistemas de vida		
Política			Ambiental		
Ambiental		Ambiental y ecológica	Ecológica	Vulnerabilidad en los aspectos de autoprotección	
			Física		
Física		Física	Sanitaria y epidemiológica		
			Social		
		Científica y tecnológica	Económica		
Económica	Económica	Económica	Social y organizacional	Vulnerabilidad en los aspectos de protección social	
Organizacional	Sociocultural	Social	Movilidad urbana		
Cultural		Cultural e ideológica			
Política		Político-institucional			
Educativa					

Conceptualización de los modelos soporte de decisiones para el desarrollo del Sistema de Información de Vulnerabilidad Territorial (SIVT)

La formulación de un problema es a menudo más importante que su solución, que puede ser simplemente una cuestión de habilidad matemática o experimental.

Einstein y Infeld (1971)

El presente capítulo permite conceptualizar los principales modelos soporte para la toma de decisiones, analizados como insumo para la construcción del Sistema de Información de Vulnerabilidad Territorial (SIVT), desarrollado en el proyecto de investigación, el cual permite determinar la vulnerabilidad de una población dada y, a partir de esta, determinar las acciones de intervención en el territorio.

Para el caso del proyecto se propuso trabajar con modelos de programación dinámica, específicamente mediante el análisis de decisión multicriterio (Multiple Criteria Decision Analysis [MCDA]), debido a que el problema que se desea resolver requiere tomar varias decisiones para optimizar una función objetivo. Según la revisión realizada de diferentes modelos y técnicas presentes para la toma de decisiones —los cuales se evidencian en la bibliografía y en los casos de estudio presentados en el capítulo—, cada vez es más común el uso de modelos de programación dinámica MCDA para tomar decisiones ante catástrofes naturales, principalmente en terremotos, inundaciones, reforestación, calentamiento global y contaminación ambiental.

Una vez determinada la técnica, se eligieron los modelos representativos y recomendados en la literatura para tomar decisiones ante desastres naturales; estos fueron: Electre III, Promethee II, AHP y AHP Fuzzy, los cuales se seleccionaron debido a los casos de éxito encontrados, su facilidad de uso para los actores, la simplicidad de la estrategia del modelo, la variación de la solución y la aplicación de este.

Posteriormente, estas técnicas fueron implementadas en el SIVT, el cual, como se ha indicado con anterioridad, calcula el índice de vulnerabilidad territorial utilizando los factores de vulnerabilidad y los indicadores determinados en los capítulos 1 y 3, respectivamente, junto con los datos suministrados en el capítulo 4 con relación a los casos de estudio. De esta manera, se generan las acciones de intervención en el territorio (definidas igualmente en el capítulo 3) a partir del grado de vulnerabilidad. Finalmente, este capítulo incluye la conceptualización del sistema y explica brevemente cada uno de sus componentes.

Modelos de toma de decisiones

Una metodología sencilla para dar solución a los problemas es la siguiente: primero, descubrir sus componentes; a continuación, elegir entre ellos los elementos más importantes, desechando aquellos que no desempeñan un papel preponderante; después, buscar las relaciones entre estos elementos; por último, seleccionar algunos objetos o símbolos que permitan representar la situación simplificada. A esta representación del problema se le denomina *modelo* (Ramírez, 1996).

Las matemáticas aportan un gran número de modelos cuya solución puede obtenerse con facilidad a través de paquetes computacionales; entre estos modelos pueden mencionarse: programación lineal, programación entera, programación no lineal, programación dinámica y programación multiobjetivos (Ramírez, 1996).

Para el caso del proyecto “Retrospectiva de las catástrofes naturales en Colombia como insumo para la construcción de un Sistema Soporte de Decisiones, fase 2: Modelo para la priorización de mecanismos de intervención en el territorio”, se propuso trabajar con modelos de programación dinámica, específicamente mediante el análisis de decisión multicriterio (MCDA), debido a que el problema que se desea resolver requiere tomar varias decisiones para optimizar una función objetivo.

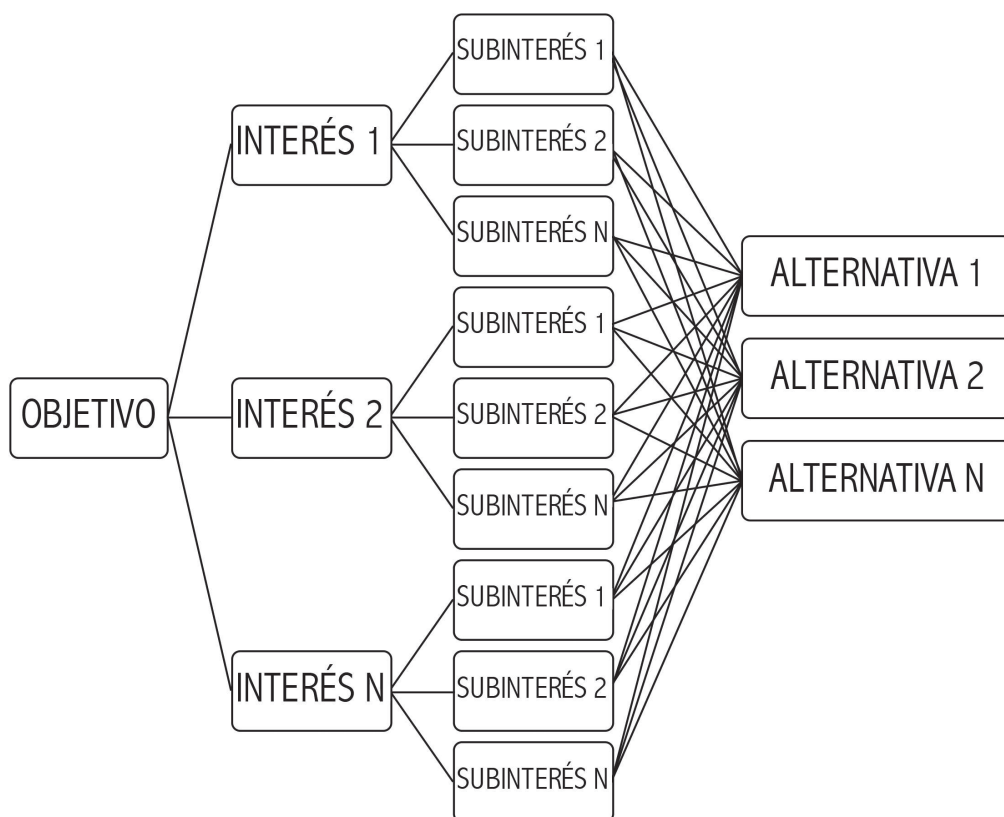
Los otros modelos no se contemplan debido a que la programación lineal implica “la linealidad” de las funciones que intervienen y todos los datos se conocen con certeza, condición que no concuerda con la necesidad frecuente de tomar decisiones con base en fenómenos asociados con la incertidumbre. El modelo entero lineal presenta, además de las limitantes del modelo lineal, la que corresponde a la integridad (cuando solo algunas de las variables exigen la integridad, el modelo se llama *mixto*), y la programación multiobjetivos no aplicaría al proyecto debido a que el objetivo principal es la priorización de mecanismos de intervención en el territorio, por lo cual no se tendrían varios objetivos por alcanzar.

El análisis multicriterio, análisis de decisión multicriterio o toma de decisiones con múltiples criterios son métodos de evaluación que analizan los problemas complejos de toma de decisiones y tratan de identificar la mejor opción teniendo en cuenta varias alternativas, por medio de la división del problema en pequeñas partes, el análisis de cada una de ellas y luego su integración para dar la solución general (Hajkowicz y Higgins, 2008). La metodología MCDA puede ser vista como un proceso no lineal

recursivo que consta de cuatro pasos: a) estructuración del problema de decisión, b) articulación y modelación de las preferencias, c) agregación de las alternativas de evaluación (preferencias) y d) formulación de recomendaciones (Guitouni y Martel, 1998).

Los problemas MCDA se componen de un objetivo o meta, la persona o el grupo que toma la decisión, las diferentes alternativas, los criterios de evaluación (intereses) y los resultados o las consecuencias asociadas a la combinación de cada alternativa o interés (Hajkowicz y Higgins, 2008). Con esta información se construye gráficamente el *framework* del proyecto, el cual permite observar y entender las relaciones entre el objetivo general, los intereses que se consideran importantes para la decisión, los subintereses (puede que existan o no) y las alternativas disponibles para esto. El *framework* en mención se puede observar en la figura 2.

Figura 2. *Decision framework*



Fuente: autores.

El siguiente paso es calificar o valorar cada una de las alternativas por parte de expertos (cada uno de ellos evalúa y da su calificación). Existen dos escalas comúnmente utilizadas en los métodos MCDA para realizar este procedimiento: una escala relativa o cualitativa y una ordinal o cuantitativa. Posteriormente, los *stakeholders* o actores del proyecto dan su valoración a cada uno de los intereses o subintereses (p. e., en importancia, orden o jerarquía, y peso) dentro de escalas definidas.

Una vez se realice el procedimiento anterior, los pesos se combinan con la matriz de evaluación para obtener una valoración o un puntaje total para cada una de las opciones de decisión (Hajkowicz y Higgins, 2008). Actualmente, hay disponibles numerosas técnicas para dar el peso o la valoración a cada una de las opciones y de los criterios, las cuales son utilizadas para resolver problemas MCDA (Figueira y Greco, 2005).

Muchas aplicaciones de MCDA concluyen que su valor principal no es en la obtención de la “respuesta”, sino mejorar la transparencia, la estructuración del problema y el aprendizaje en la toma de decisiones. El concepto de MCDA como “caja de cristal”, no de “caja negra”, sugiere que se pueden entender mejor las relaciones y apreciar las consecuencias de una preferencia o una posición de una alternativa frente a otra (Hajkowicz, 2007). Adicionalmente, la idea de la solución óptima se abandona por la noción de la satisfacción del tomador de decisiones (Guitouni y Martel, 1998).

En la literatura sobre este tipo de problemas se encuentran abordados, en el plano macro, tres tipos de situaciones problemáticas: a) selección de la mejor alternativa, b) clasificación de las alternativas existentes de la mejor a la peor y c) clasificación de las alternativas en grupos homogéneos (Acosta, Díaz y Anaya, 2009). Los problemas MCDM son comúnmente categorizados como continuos o discretos, dependiendo del dominio de las alternativas (Hwang, 1981), y se clasifican en:

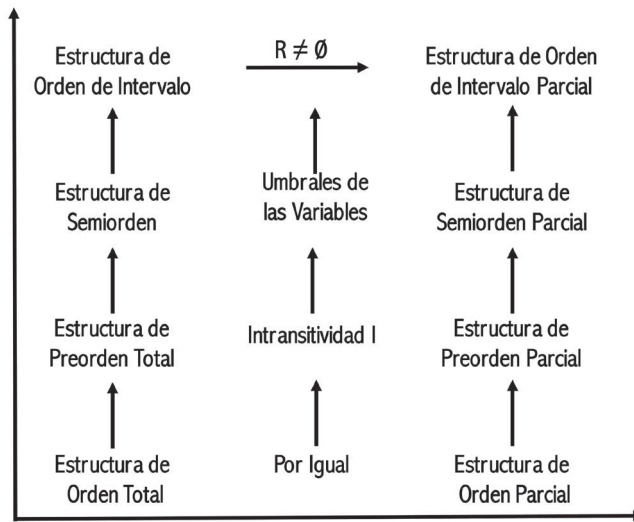
- a. *Múltiple Attribute Decision Making (MADM)*. Son discretos, usualmente limitados en el número de alternativas y requieren una inter- e intracomparación de atributos.
- b. *Multiple Objective Decision Making (MODM)*. Los valores de las variables de decisión pueden ser determinados en un dominio entero o continuo, de opciones infinitas o de un gran número, para satisfacer mejor las restricciones, preferencias o prioridades del tomador de decisiones (Zanakis et al., 1998).

Las técnicas de MCDA se pueden dividir en algoritmos de *outranking* y métodos basados en pesos; adicionalmente, estas técnicas se pueden combinar, dependiendo de la naturaleza del problema, para abordar un objetivo común (Hajkowicz, 2007). El desarrollo de estos métodos ha sido motivado no solo por una variedad de problemas de la vida real que requieren la consideración de múltiples criterios, sino también por el deseo de proponer técnicas de toma de decisiones mejoradas, utilizando los últimos avances en la optimización matemática, la computación científica y la tecnología computacional (Behzadian et al., 2010).

Métodos de ranking o outranking

El enfoque de los métodos de *outranking* conduce a diferentes estructuras de orden, en función de las relaciones consideradas de preferencia, las hipótesis acerca de las propiedades de estas relaciones (p. e., transitividad) y el uso de umbrales (veto, preferencias, etc.). La figura 3 muestra las diferentes estructuras de preferencia de estos métodos; en ella, los ejes indican la creciente complejidad de la estructura de preferencia (Guitouni y Martel, 1998).

Figura 3. Complejidad de las estructuras de preferencia



Fuente: Guitouni y Martel [1998].

A continuación, se mencionan algunos de estos métodos:

Suma ponderada (Weighted summation o WS). Es el método MCA más comúnmente aplicado. Este implica la transformación de las medidas de rendimiento en unidades adecuadas, multiplicadas por criterios de pesos, que luego son sumadas para alcanzar una puntuación general para cada proyecto. Janssen (2001) sostiene que, aunque computacionalmente el método es sencillo, la suma ponderada a menudo proporcionará una solución fiable y factible al problema.

Ordenamiento lexicográfico. Este trata de clasificar los proyectos contra el criterio más importante. Si se logra una clasificación completa, entonces ese es el resultado; de lo contrario, los proyectos vinculados a una posición específica se clasifican con el segundo criterio más importante, y así sucesivamente hasta que se establezca un orden completo o hasta que todos los criterios se agoten.

Electre (Elimination Et Choix Traduisant la Réalité). Análisis de concordancia-discordancia. Este enfoque fue desarrollado por Roy (1968) y es aplicable a problemas de gestión ambiental (Hajkowicz, 2007). Una adaptación se realizó en el estudio de Munda,

Nijkamp y Rietveld (1995) para evitar la necesidad de que los tomadores de decisiones especifiquen un umbral de concordancia o discordancia. Este método implica la comparación de cada par de proyectos para calcular una puntuación global de desempeño. Fue el primer método en incorporar la naturaleza difusa de la toma de decisiones mediante el uso de umbrales de indiferencia y preferencia; el umbral de indiferencia (q) y el valor umbral de preferencia (p) se definen para un criterio determinado g (Gilliams et al., 2005):

$$|g(a) - g(b)| \leq q$$

La alternativa a es indiferente a la alternativa b y b a a para el criterio g .

$$g(a) - g(b) > p$$

La alternativa a es preferible a la alternativa b para el criterio g .

Un tercer valor importante para esta técnica es el umbral de veto (v) y se define como:

$$g(b) > g(a) + v$$

La alternativa a no es tan buena como la alternativa b el criterio g .

Cuando se especifican valores para el umbral y un peso para cada criterio, se puede derivar una clasificación de alternativas. Es fundamental no generar compensatorios; es decir, una mala puntuación en un criterio no puede ser compensada por un buen resultado en otra. Las clasificaciones resultantes no son transitivas y por lo general el resultado es de orden parcial.

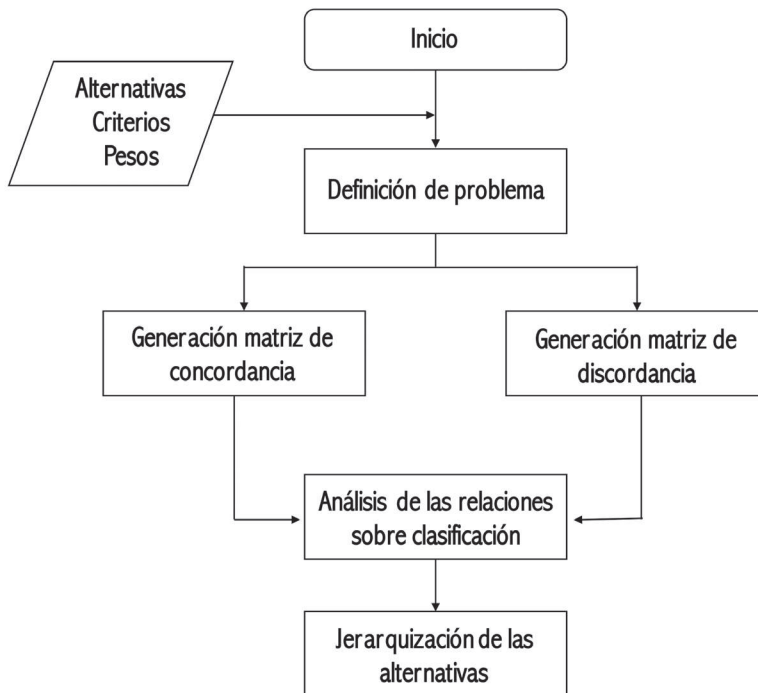
En el proceso que se debe realizar al momento de emplear este modelo o técnica, es necesario tener en cuenta seis pasos necesarios para al final tener una jerarquización de alternativas, los cuales son: a) definición del problema, b) llenado de la matriz alternativas-criterios, c) generación de la matriz de concordancia, d) generación de la matriz de discordancia, e) análisis de las relaciones de sobre clasificación y f) jerarquización de las alternativas. La figura 4 presenta el diagrama de funcionamiento de Electre.

Se debe identificar cuáles van a hacer las alternativas, qué es un conjunto finito y los criterios de evaluación con los que se pretende priorizar cada una de las alternativas, donde las alternativas son las filas de la matriz y los criterios, las columnas, obteniendo la matriz de alternativas-criterios de $N \times M$.

Pesos asociados a cada uno de los criterios y sus escalas de medición cualitativa o cuantitativa. Hay que recordar que no todos los criterios necesariamente tienen el mismo peso específico para el decisor, por lo que habrá que asignarles un valor; asimismo, no todos los aspectos pueden ser medidos con una misma escala y, en consecuencia, también pueden tener diferentes rangos.

Generación de la matriz de concordancia (medida ordinal). Teniendo las evaluaciones de la matriz de alternativas-criterios, se construye la matriz de concordancia, la cual expresa qué tanta preferencia hubo en las evaluaciones de las alternativas con base en los criterios establecidos.

Figura 4. Diagrama de flujo de funcionamiento de Electre



Fuente: autores.

La concordancia se realiza con la siguiente regla: las evaluaciones serán comparadas por pares para cada uno de los criterios; para dos opciones ak , al que son evaluadas por medio del criterio Ij , preferimos la alternativa ak sobre la alternativa al , si y solo si $ekj(ak) \geq elj(al)$.

La concordancia se calcula con esta expresión:

$$C_{Kj} = \frac{\sum_{j=1}^n \prod_{kl} W_j}{\sum_{j=1}^n W_j} \quad [1]$$

Donde $W_j = (W_1, W_2, \dots, W_n)$ es el vector de pesos que refleja la importancia o el peso específico de cada criterio de evaluación. Π_{kl} es un parámetro de impacto: será 1 si $ek_j \geq el_j$, será 0 si $el_j > ek_j$. Realizando lo anterior se genera la matriz de concordancia $C = c(ak, al)$, que consiste de M filas y N columnas. Los elementos de la matriz C son C_{kl} .

A partir de los datos de la matriz de alternativas-criterios se construye la matriz de discordancia. Esta matriz expresa qué tanta indiferencia hubo en las evaluaciones de las alternativas con base en los criterios establecidos. La discordancia se realiza con la siguiente regla: se considera desacuerdo al mayor rango relativo que no está en concordancia con la hipótesis de que ak es preferida a al . Esto es, que $\Pi_{kl} = 0$.

Finalmente, después de realizar varios análisis de sensibilización con diversas parejas de parámetros p y q , y teniendo varias gráficas paramétricas asociadas a cada uno de los análisis, se hace una conjunción de ellos y se jerarquizan las alternativas, expresándose en una gráfica síntesis.

Existen otros métodos como Oreste, Regime y Melchior, los cuales están basados en los mismos conceptos que Electre (Guitouni y Martel, 1998).

Evamix. Desarrollado por Voogd (1982), este método separa los datos cardinales y ordinales en la matriz de desempeño, aplicando algoritmos adecuados para cada nivel de medición. *Evamix* hace comparaciones por pares y combina las puntuaciones ordinales y cardinales para alcanzar una puntuación general de desempeño (Hajkowicz, 2007).

Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (Promethee). La familia de métodos de *outranking* de Promethee incluye Promethee I para la clasificación parcial de las alternativas y Promethee II para la clasificación completa de las alternativas. Estas fueron desarrollados por Brans en 1982 (Behzadian et al., 2010). Promethee II es similar a Electre III y tiene por objeto proporcionar una clasificación completa de un conjunto finito de alternativas viables, desde la mejor a la peor. El principio básico de Promethee II se basa en una comparación de pares de alternativas a lo largo de cada criterio reconocido; las alternativas son evaluadas de acuerdo con diferentes criterios, que tienen que ser maximizados o minimizados. En este método se utiliza una función que refleja el grado de ventaja de una alternativa frente a otra, junto con el grado de desventaja que tiene el mismo conjunto de criterios con respecto a la otra alternativa.

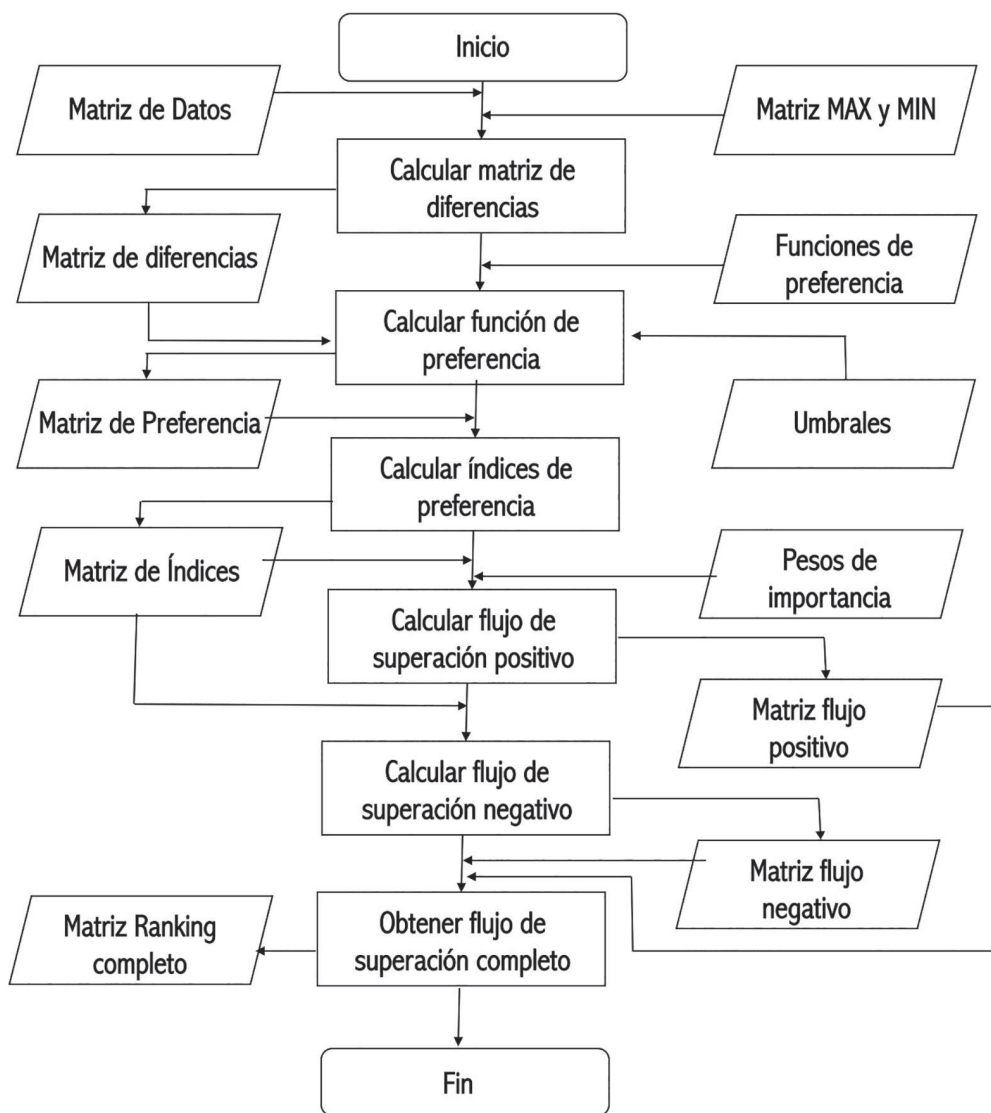
Comprende dos fases: la construcción de una relación *outranking* y la evaluación de esta relación; para cada criterio, se deben establecer los pesos y una función de preferencia. Estos pesos se entienden como un indicador aproximado de importancia relativa. La función de preferencia expresa la importancia de las diferencias relativas entre las alternativas, para un determinado criterio por el tomador de decisiones (Gilliams et al., 2005).

Para poder hacer uso del modelo Promethee, se debe tener en cuenta que es necesario tener siete tipos de datos, los cuales van a alimentar el modelo en cada una de sus etapas, a saber:

- a. *Calcular la matriz de diferencias.* Se realiza una comparación de datos por pares, contrastando una fila de la matriz con todas las demás. En esta parte se debe tener en cuenta si cada una de las variables m se van a maximizar o minimizar.
- b. *Calcular la función de preferencia.* En esta etapa se usa la matriz de diferencias y se aplica uno de los seis criterios de preferencia para cada una de las columnas de la matriz o variables m . Se debe tener en cuenta que el valor 0 significa que el dato es indiferente y que 1 es un valor estrictamente preferente.
- c. *Calcular los índices de preferencia.* Es aquí cuando se hace uso de los pesos o niveles de importancia ya establecidos por el decisor; el procedimiento por realizar consiste con tomar la matriz de preferencia y multiplicar cada uno de los datos por el valor de cada peso asignado.
- d. *Calcular el flujo de superación positivo.* Se crea un arreglo a partir de los valores de la matriz de índices de preferencia, sumando los valores de cada una de las filas de la matriz y colocando el valor de la sumatoria en cada uno de las dimensiones del arreglo.
- e. *Calcular el flujo de superación negativo.* Se crea un arreglo a partir de los valores de la matriz de índices de preferencia, sumando los valores de cada una de las columnas de la matriz y colocando el valor de la sumatoria en cada uno de las dimensiones del arreglo.
- f. *Obtener el flujo neto de superación o ranking completo.* Se obtiene de realizar una preorden a la resta del flujo positivo menos el flujo negativo, tras lo cual se obtiene un arreglo de la cantidad de alternativas y su valor respecto al proceso de decisión que se ha de tomar según lo concierne el modelo Promethee II, donde se dice que todas las alternativas son comparables y que la información resultante puede ser discutible, ya que se pierde información si se consideran solo las diferencias.

En la figura 5 se observa el procedimiento del método Promethee.

Figura 5. Diagrama de flujo funcionamiento Promethee



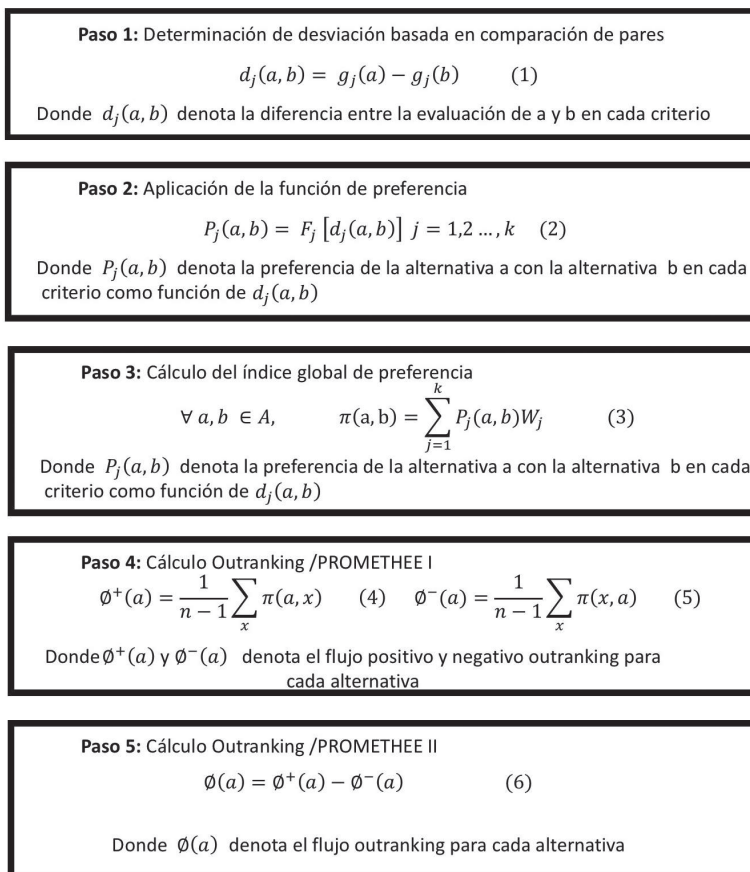
Fuente: autores.

Promethee II cuenta con seis funciones de preferencia diferentes (Brans y Vincke, 1985): a) criterio habitual, b) criterio en forma de U, c) criterio en forma de V, d) criterio de nivel, e) en forma de V con indiferencia del criterio y f) criterio de Gauss (Behzadian et al., 2010).

Para cada criterio, q es el valor de un umbral de indiferencia; p es el valor de un umbral de preferencia estricta y s es el valor intermedio entre p y q . La figura 6 presenta el procedimiento paso a paso para la aplicación de Promethee II. El procedimiento

inicia determinando las desviaciones sobre la base de comparaciones por pares; posteriormente, se utiliza una función de preferencia correspondiente a cada criterio; en el paso 3 se realiza el cálculo del índice de preferencia global; en el paso 4 se efectúa el cálculo de los flujos de *outranking* positivos y negativos para las alternativas y se realiza la clasificación parcial. El procedimiento finaliza con el cálculo del flujo *outranking* neto para cada alternativa y la clasificación completa (Behzadian et al., 2010).

Figura 6. Procedimiento Promethee



Fuente: autores.

Un tomador de decisiones seleccionará una función de preferencia (tipo 1) cuando una alternativa a es preferible sobre b , tan pronto como su diferencia relativa es mayor que 0. Un tomador de decisiones seleccionará una función tipo 5 cuando la alternativa a se prefiere sobre la b , si la distancia entre las alternativas es mayor que el valor de preferencia p . Las dos alternativas son indiferentes si su diferencia es menor que el índice de indiferencia q . Cuando la función de preferencia sigue una curva de Gauss, se debe aplicar la función tipo 6 y se debe definir el valor s de umbral gaussiano (Gilliams et al., 2005).

Años más tarde surgieron varias versiones de este método, como Promethee III, que realiza una clasificación basado en intervalos; Promethee IV, el cual realiza la clasificación completa o parcial de las alternativas cuando el conjunto de soluciones viables es continua; Promethee V, utilizado para problemas con restricciones de segmentación; Promethee VI, para la representación del cerebro humano (Brans y Vincke, 1985); Promethee GDSS, para un grupo tomador de decisiones, y el módulo visual interactivo GAIA (*Geometrical Analysis for Interactive Aid*), utilizado para la representación gráfica. Figueira y Greco (2005) han propuesto recientemente dos enfoques extendidos de Promethee: Promethee TRI, para tratar problemas de ordenamiento, y Cluster Promethee, para la clasificación nominal (Behzadian *et al.*, 2010).

Métodos basados en pesos

Análisis jerárquico de procesos

También conocido como Analytic Hierarchy Process (AHP). En menos de una década desde su introducción (Saaty, 1980), AHP ha encontrado su camino en varias áreas de decisión. Este método compara las alternativas por pares, a partir de lo cual encuentra una clasificación completa de las alternativas y proporciona una visión general de las complejas relaciones entre los elementos de decisión (es decir, los criterios y las alternativas), estructurándolos en jerarquías.

Un paso importante en este método es la construcción de una matriz de evaluación para cada criterio, donde los valores de los atributos de las diferentes alternativas se comparan entre sí mediante pares. Cada comparación se basa en una escala verbal o numérica (que varía de uno a nueve). Aunque los atributos cualitativos pueden ser clasificados por medio de la escala verbal AHP, una gran debilidad de la técnica AHP original es que no hay evaluaciones independientes producidas debido a las comparaciones por pares. La inclusión de nuevas alternativas y criterios exige la repetición de la comparación por pares, para restablecer el orden de clasificación, y resulta en una pérdida de información convertir los datos cuantitativos en una escala de juicio de uno a nueve. Algunos de estos problemas pueden ser resueltos cuando se implementa la técnica de calificación de atributos múltiples simples (SMART) (Gilliams *et al.*, 2005).

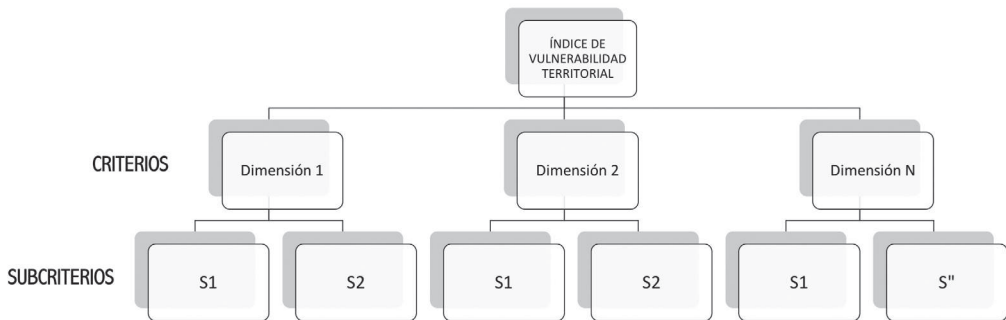
Esta metodología se compone de tres etapas fundamentales: la primera comienza con la construcción de la jerarquía que representa el problema; la segunda incorpora los juicios que reflejan las preferencias de los actores participantes en el proceso de resolución; la tercera etapa proporciona la prioridad de las alternativas comparadas. Una vez constituida la estructura jerárquica del problema, el siguiente paso es la valoración de los elementos (García, 2010).

El índice de vulnerabilidad territorial se calculó realizando una subdivisión en criterios, los cuales correspondían a cada una de las dimensiones del territorio, en tanto los datos asociados como indicadores o variables de la dimensión territorial se subdividieron en subcriterios. Esta estructura se puede observar en la figura 7.

Por cada dimensión se construye una matriz cuadrada, de manera tal que se realice un emparejamiento de subcriterios; posteriormente se realiza una comparación pareada en la que se indica qué tan importante es un subcriterio frente al otro de acuerdo con la escala de Saaty (1990). Luego la matriz se normaliza dividiendo cada elemento i, j entre la sumatoria total de su respectiva columna.

Tras obtener la matriz normalizada, se calcula la prioridad relativa de cada uno de los elementos comparados, promediando cada una de las filas de la matriz normalizada. La prioridad de los criterios se determina en función del objetivo y tienen los valores más grandes; posteriormente, se realizarán las matrices de comparaciones de los subcriterios que están relacionados con un determinado criterio. Se obtienen las prioridades relativas de cada subcriterio, y para determinar cómo afectan al objetivo, se multiplicará la prioridad de cada subcriterio por la prioridad del criterio correspondiente.

Figura 7. Estructura jerárquica para la identificación del índice de vulnerabilidad territorial



Fuente: autores.

Finalmente, para calcular el índice de vulnerabilidad territorial, se selecciona la variable con mayor peso o valor dentro de cada dimensión. En la figura 8 se puede observar un resumen de los principales métodos de MCDA y su descripción (Guitouni y Martel, 1998). En la práctica, muchos analistas e investigadores son incapaces de justificar claramente su elección de un método MCDA en lugar de otro. En general, esta elección está motivada por una especie de familiaridad y afinidad con un método específico (Guitouni y Martel, 1998).

En la vida real, un tomador de decisiones (o un analizador) frente a una situación específica intenta, en primer lugar, comprenderla y estructurarla. Este paso incluye la determinación y la evaluación de los grupos de interés (*stakeholders*), la emergencia de la decisión, las diferentes alternativas, las consecuencias, los aspectos importantes (criterios), la calidad y la cantidad de la información, etc.

En general, ni las alternativas ni los criterios son conocidos *a priori*. Entonces, dentro del conjunto de todos los métodos MCDA, se puede seleccionar (o adoptar) el método que maneje “correctamente” la situación (que no es una tarea fácil); sin embargo, esta no es siempre la forma de trabajo de los profesionales de MCDA, pues esta elección siempre está influenciada por otras consideraciones contextuales, políticas y de comportamiento del entorno (Guitouni y Martel, 1998).

Tabla 3. Resumen de los principales métodos de MCAP y su descripción

MCAP	DESCRIPTION OF THE MCAP
<i>Elementary methods</i>	
Weighted sum	The global performance of an alternative is computed as the weighted sum of its evaluations along each criterion. The global performance is used to make a choice among all the alternatives.
Lexicographic method	Based on the logic that in some DMS a single criterion seems to predominate. The procedure consists in comparing all the alternatives with respect to the important criterion, and proceed with the next on until only one alternative is left.
Conjunctive method	Alternative which does not meet the minimal acceptable level for all criteria is rejected. The minimal acceptable levels for each criterion are used to screen out unacceptable alternatives.
Disjunctive method	An alternative is selected on the basis of its extreme score on any one criterion. Desirable levels for each attribute are used to select alternatives which equal or exceed those levels on any criterion.
Maximin method	The overall performance of an alternative is determined by its weakest or poorest evaluation.
<i>Single synthesizing criterion</i>	
TOPSIS (technique for order by similarity to ideal solution)	The chosen alternative should have the profile which is the nearest (distance) to the ideal solution and farthest from the negative-ideal solution.
MAVT (multi-attribute value theory)	Aggregation of the values obtained by assessing partial value functions on each criterion to establish a global value function V. Under some conditions, such V can be obtained in an additive, multiplicative or mixed manner.
UTA (utility theory additive)	Estimate the value functions on each criterion using ordinal regression. The global value function is obtained in an additive manner.
SMART (simple multi-attribute rating technique)	Simple way to implement the multiattribute utility theory by using the weighted linear averages, which give an extremely close approximations to utility functions. There are many improvements like SMART and SMARTER.
MAUT (multi-attribute utility theory)	Aggregation of the values obtained by assessing partial utility functions on each criterion to establish a global utility function U. Under some condition, U can be obtained in an additive, multiplicative or distributional manner.
AHP (analytic hierarchy process)	Converting subjective assessments of the relative importance into a set of weights. This technique applies the decomposition, the comparative judgments on comparative elements and measures of relative importance through pairwise comparison matrices which are recombined into an overall rating of alternatives.
EVAMIX	Two dominance indexes are calculated: one for ordinal evaluations and the other one for cardinal evaluations. The combination of these two indexes leads to a measure of the dominance between each pair of alternatives.
Fuzzy weighted sum	These procedures use α -cut technique. The α level sets are used to derive fuzzy utilities based on the simple additive weighted method.
Fuzzy maximin	This procedure is based on the same principle as the standard maximin procedure. The evaluations of the alternatives are fuzzy numbers.
<i>Outranking methods</i>	
Electre I	The concept of outranking relationship is used. The procedure seeks to reduce the size of nondominated set of alternatives (kernel). The idea is that an alternative can be eliminated if it is dominated by other alternatives to a specific degree. The procedure is the first one to seek to aggregate the preferences instead of the performances.
Electre IS	This procedure is exactly the same as Electre I, but it introduces the indifference threshold.

Tabla 3. Resumen de los principales métodos de MCAP y su descripción [continuación]

MCAP	DESCRIPTION OF THE MCAP
Electre II	Electre II use two outranking relations (strong and weak).
Electre III	The outranking is expressed through a credibility index index.
Electre IV	This procedure is like Electre III but did not use weights.
Electre TRI	This procedure is like Electre III and use the conjunctive and disjunctive techniques to affect the alternatives to the different categories (ordered).
Promethee I	Promethee I is based on the same principles as Electre and introduces six function to describe to describe the DM preferences along each criterion. This procedure provides a partial order of the alternatives using entering and leaving flows.
Promethee II	Promethee II is based on the same principles as Promethee I. This procedure provides a total preorder of the alternatives using an aggregation of the entering and leaving flows.
Melchior	Melchior is an extension of Electre IV.
Oreste	This procedure needs only ordinal evaluations of the alternatives and the ranking of the criteria in term of importance.
Regime	A pairwise comparison matrix is built using +1 if there is dominance, 0 if the two alternatives are equivalent and -1 for the negative-dominance. The aggregation of these weighed scores provides a total preorder of the alternatives.
NAIADE (novel approach to imprecise assessment and decision environments)	This procedure uses a distance semantics operators to assess the pairwise comparisons among alternatives. The fuzzy evaluation is transformed in probabilities distributions and as Promethee, this procedure compute entering and leaving flows.
Mixed methods	
QUALIFLEX	This procedure uses a successive mutation to provide a ranking of the alternative corroborating with the ordinal information
Fuzzy conjunctive disjunctive method	When data are fuzzy, the match between values and standard levels provided by the DM and the evaluations becomes vague and matter of degree. The degree of matching is computed using the possibility measure and the necessity measure. The alternatives with the highest degree of matching are considered the best.
Martel and Zara method	This procedure uses the stochastic dominance to make pairwise comparison. These comparisons are used as partial preferences and an outranking relation is built based on a concordance index and discordance index.

Fuente: Guitouni y Martel [1998].

Análisis jerárquico de procesos difuso

Conocido como Analytic Hierachy Process Fuzzy (AHP Fuzzy). Este método permite integrar la metodología multicriterio AHP con lógica difusa. Señalan Herrera y Osorio (2006):

Para la toma de decisiones, los juicios emitidos por los agentes decisores con respecto a las alternativas y criterios pueden ser convertidos en números difusos para calcular la importancia de los pesos usando el AHP; estos números son usados para construir la matriz de comparación por pares del AHP.

Por su parte, Büyüközkan y Ruan (2004) sostienen:

Las personas encargadas de la toma de decisiones usualmente se sienten mejor presentando sus juicios como un intervalo, en vez de dar un valor puntual y fijo. Esto se debe a que él, ella o ellos son incapaces de explicar sus preferencias, dado a la naturaleza difusa de los procesos de comparación.

La metodología de decisión multicriterio AHP realiza la comparación asignando valores discretos en una escala de uno a nueve, sin tener en cuenta la incertidumbre asociada a cualquier juicio humano; por tal razón, la teoría de conjuntos difusos permite tratar la ambigüedad en el razonamiento humano. La metodología AHP Fuzzy se implementa de manera similar al tradicional AHP, creando una jerarquía de conjuntos de datos en criterios y subcriterios; luego, para la representación difusa de juicios, se establecen intervalos, y estos se asocian a la escala de Saaty (1990).

Con base en la jerarquía construida y la escala de juicios difuso se procede a la construcción de las matrices de juicio. La jerarquía de criterios y alternativas es el objeto de comparación por pares para el AHP; después de construir la jerarquía, el equipo encargado de tomar la decisión tiene que comparar los elementos en niveles dados para estimar sus importancias relativas en relación con el elemento del nivel superior.

Para ello, se usan los números triangulares de ($M1-M9$) para expresar las preferencias entre los diferentes criterios con respecto a la meta; por ejemplo, si se piensa que el elemento i es fuertemente preferido al elemento j con respecto a la meta, entonces se establece una calificación $a_{ij} = (4, 5, 6)$; la comparación del elemento j con respecto al elemento i debe ser inversa para que el juicio sea consistente y se debe expresar $a_{ji} = (1/6, 1/5, 1/4)$. De estas calificaciones se obtiene la primera matriz de comparación por pares entre los criterios con respecto a la meta (Herrera y Osorio, 2006).

Una vez se construyen las matrices de comparación por pares, se deben hacer los cálculos de los vectores de peso para cada nivel de la jerarquía mediante el análisis extendido y los principios de comparación de números difusos.

Casos de estudio

Para el caso de modelos aplicados a la evaluación del riesgo y gestión ambiental, se pueden observar múltiples fuentes: Álvarez-Guerra, Viguri y Voulvoulis (2009), Ananda y Herath (2009), Ascough II et al. (2008), Bac-Bronowicz y Maita (s. f.), Bailey et al. (2000), Bell, Hobbs y Ellis (2003), Burkle (2005), Calizaya et al. (2010), Chan y Kumar (2007), Chang (1996), Chen, Tao y Zhang (2009), Dwyer (2004), Fisher (2006), Garth Arnold (2012), Gilliams et al. (2005), Goumas y Lygerou (2000), Greening y Bernow (2004), Haimés (2011), Hajkowicz y Higgins (2008), Hajkowicz (2007), Hayashi (2000), Huang y Inoue (2007), Huang, Keisler y Linkov (2011), Leimbach (1996), Matthias Dorfstätter (2012), Mendoza y Martins (2006), Michel-Kerjan et al. (2012), Omidvar (2013), Orencio y Fujii (2013), Pearson et al. (2011), Pollard et al. (2008), Salminen, Hokkanen y Lahdelma (1998), Schmidtlein et al. (2011), Shackley y McLachlan (2006), Tamura et al. (2000), Tzeng et al. (2002), Zabeo et al. (2011), Zahran et al. (2008), Zebardast (2013). Cada vez es más común el uso de modelos de programación dinámica; específicamente los modelos MCDA resultan de un amplio uso debido a que los

problemas que se desean resolver requieren tomar varias decisiones para optimizar una función objetivo.

Estos métodos de evaluación analizan los problemas complejos de toma de decisiones y tratan de identificar la mejor opción teniendo en cuenta varias alternativas, por medio de la división del problema en pequeñas partes, el análisis de cada una de ellas y su posterior integración para dar la solución general (Hajkowicz y Higgins, 2008).

A continuación se mencionarán algunos casos de estudio relevantes relacionados con el tema y se muestra el problema que se quería solucionar, cómo fue abordado y las conclusiones obtenidas en cada caso. Los otros casos de estudio analizados se encuentran en la introducción de este apartado y su análisis fue incorporado en la selección de los métodos y en el desarrollo del SIVT.

Programa Natural Heritage Trust (NHT)

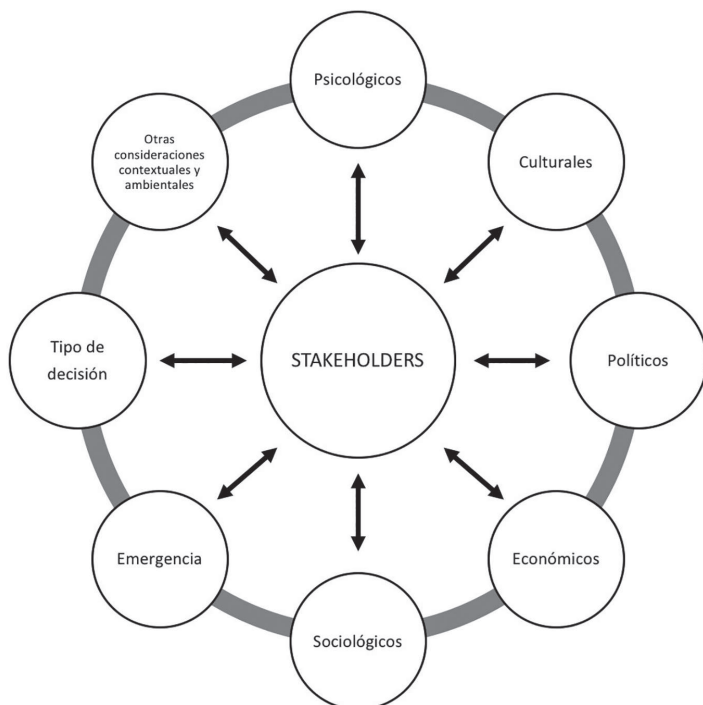
Desarrollado en Queensland, Australia, por Hajkowicz (2007). En el estudio realizado por medio de técnicas formales de MCDA participaron 55 *stakeholders* y se evaluaron los proyectos ambientales en cinco regiones alrededor de Queensland. Para este estudio se utilizaron 16 técnicas diferentes, principalmente suma ponderada, ordenamiento lexicográfico, Electre y Evamix. Se encontró que diferentes métodos MCDA producen resultados diferentes aplicados al mismo problema de toma de decisiones; esto también se evidenció en el estudio de Voogd (1983), en el cual se compararon 23 métodos cardinales y 9 métodos cualitativos, a partir de lo cual se encontró que al menos en el 40% del tiempo cada técnica produce un resultado diferente de cualquier otra técnica.

Un factor que puede originar estas variaciones se debe a las diferentes heurísticas cognitivas empleadas con MCDA y la toma de decisiones intuitiva. El campo de la psicología cognitiva ha desarrollado numerosas teorías acerca de cómo las personas toman decisiones en ausencia de un soporte de decisiones estructurado. El proceso de MCDA es un procedimiento de decisión formal que se diferencia de estas heurísticas informales (Hajkowicz, 2007).

El tomador de decisiones no siempre es coherente y racional a la hora de expresar sus preferencias; en la figura 8 se observan otras consideraciones que afectan el proceso de toma de decisiones. El tomador de decisiones (*stakeholders*) actúa dentro de un contexto de decisión, y ambos influyen mutuamente (Guitouni y Martel, 1998).

Asimismo, el dominio de la decisión puede ser considerado como una tríada (figura 9). En este marco, la decisión no es completamente racional, completamente irracional, ni completamente no racional. Una decisión racional consiste en la evaluación de todas las alternativas y elegir la que maximiza la satisfacción del tomador de decisiones o su función de utilidad; por lo tanto, lo racional está asociado tanto al proceso (análisis) como a su resultado (maximización). Generalmente, el tomador de decisiones no tiene ni el tiempo ni las habilidades para analizar todas las alternativas.

Figura 8. Aspectos que pueden afectar el proceso de toma de decisiones



Fuente: Guitouni y Martel [1998].

Figura 9. Dominios de la decisión



Fuente: Guitouni y Martel [1998].

La decisión basada en las experiencias y los conocimientos del tomador de decisiones se considera como una decisión no racional. La decisión irracional solo considera las aspiraciones personales y las aversiones (Guitouni y Martel, 1998).

Otros factores que pueden originar estas inconsistencias o diferencias son mencionados en Voogd (1983): a) las técnicas utilizan pesos diferentes en sus cálculos, b) los algoritmos difieren en su enfoque de la selección de la “mejor” solución, c) muchos algoritmos tratan de escalar los objetivos, lo que afecta los pesos ya elegidos y d) algunos algoritmos introducen parámetros adicionales que afectan a la solución elegida.

Adicionalmente, para el caso en mención se encontró que el tomador de decisiones indicó (no por unanimidad) que la calidad del proceso de decisión fue mejorada por MCDA; se resaltaron beneficios como la transparencia, el aprendizaje, la repetibilidad y la rendición de cuentas. A pesar de que la mayoría de los tomadores de decisiones informó estos beneficios, pocos estaban dispuestos a cambiar sus preferencias intuitivas después de completar el proceso de MCDA (Hajkowicz, 2007).

Proyecto AFFOREST

5.º Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la UE. El objetivo principal es el desarrollo de un sistema de soporte de decisiones espacial (SDSS), capaz de proporcionar asesoramiento a las decisiones políticas y de planificación relativas a la reforestación de tierras agrícolas. Para este proyecto se utilizaron los métodos Promethee II, Electre III y AHP; se encontró que Promethee II es ligeramente mejor para el proyecto sobre la base de la facilidad de uso, la simplicidad de la estrategia del modelo, la variación de la solución y la aplicación (Gilliams et al., 2005).

“Promethee: a comprehensive literature review on methodologies and applications”

Estudio realizado por Behzadian et al. (2010); se puede observar en las investigaciones que se han realizado alrededor de gestión del medioambiente por medio de MCDA. Este tema es considerado como el más popular en aplicaciones; este método y una gran cantidad de los trabajos están relacionados con este. La gestión ambiental ha cubierto varias áreas específicas, como la gestión de residuos, la valoración del ciclo de vida (ACV), la evaluación de impacto ambiental (EIA) y la planificación del uso del suelo. En la tabla 5 se pueden observar algunas investigaciones realizadas en el tema y la metodología utilizada, principalmente Promethee.

Tabla 4. Artículos e investigaciones alrededor de la gestión ambiental

AUTHOR (S)	SPECIFIC AREA	OTHER TOOLS/METHODOLOGIES USED
Al – Rashdan et al. (1999)	Ranking and selecting environmental projects	The Nominal Group Technique
Ayoko et al. (2003)	Ranking organization compounds with fungicidal properties	--
Ayoko et al. (2004)	To select residential houses base on air quality criteria	--
Beynon and Wells (2008)	Ranking motor vehicles based on exahaust emissions	Uncentrainty Analysis
Briggs et al. (1990)	Nuclear waste management problem/ranking 27 actions	--
Carroll et al. (2004)	Ranking various soil types/wastewater treatment systems	Principal Component Analysis (PCA)
De Leeneer and Patijin (2002)	To select land mine detection strategies	--
Delhaye et al. (1991)	Nuclear waste management problem	--
Diakoulaki et al. (2007)	To identify investment opportunities for the exploitation of the clean development mechanism	--
Drechsler (2004)	Major issues of conservation biology/analyzing simple fictitious	Uncertainty analysis and goal conflicts
Geldermann et al. (2000)	Ranking sinter plants through Life Cycle Assessment (LCA)	Fuzzy Promethee
Geldermann and Rentz (2001)	Environmental assessment for sinter plants	Trapezoidal fuzzy intervals
Geldermann and Rentz (2005)	Ranking scenarios for the coating of PVC parts / LCA	--
Gilliams et al. (2005)	To choose among the afforestation strategies for given class of agricultural land	Geographic Information System (GIS) / goal programming technique
Hokkanen and Sakminen (1997)	The location problem of a waste treatment facility	--
Huth et al. (2005)	To evaluate tree-harvesting scenarios	Stochastic Promethee
Kangas et al. (2001a)	Supporting streategic natural resources planning	Fuzzy method
Kangas et al. (2001b)	Ranking forestry strategies	--
Kapepular et al. (2007)	Hoisehols solid waste management /ranking nine areas	--
Kiker et al. (2005)	Decision – making in environmental projects	A review paper on MCDA methods including PROMETHEE
Klauer et al. (2006)	Decisions for sustainable development	Decisions under uncertainty
Le Téo and Mareschal (1998)	To evaluate the environmental quality of building products through LCA	A new version of Promethee with interval criteria/fuzzy theory
Le Téo (1999)	LCA	PCA/non-parametric bootstrapping
Linkov et al. (2006a)	Ranking contaminated sediment management technologies	A review on MCDA for sediment management
Linkov et al. (2006b)	Environmental risk assessment and decision-making strategies/he New York/ New Jersey arbor as a case study	A review on MCDA applications for contaminated site management
Margeta et al. (1990)	Ranking wastewater disposal alternatives	--
Marinoni (2006)	Land-use suitability assessment	An iterative approach/GIS
Martin et al. (1999)	Land use planning and management	GIS
Marin et al. (2003)	The environmental impact assessment (EIA) / ranking site to build bus station	Fuzzy Promethee I and II
Mavrotas et al. (2006a)	To evaluate strategies for reducing atmospheric pollutants	--
Mergias et al. (2007)	To select the best scheme for End-of-Life Vehicles (ELVs)	--
Moffett and Sarkar (2006)	Biodiversity conservation planning	A taxonomy of MCDM methods including Promethee
Palma et al. (2007)	To evaluate performance of silvoarable agroforestry	--
Petras (1997)	Ranking the sites for radioactive waste disposal facilities	--
Queiruga et al. (2008)	Ranking the alternatives location for installation of recycling plants (to recycle waste electrical and electronic equipment)	--

Tabla 4. Artículos e investigaciones alrededor de la gestión ambiental (continuación)

AUTHOR (S)	SPECIFIC AREA	OTHER TOOLS/METHODOLOGIES USED
Rogers et al. (2004)	Ranking contaminated sediment management technologies	--
Rousis et al. (2008)	Ranking alternative management system for the waste from electrical and electronic equipment constitutes	--
Salminen et al. (1998)	To analyze four different real applications to environment problems in Finland	--
Sarkis (2000)	The location problem of a waste treatment facility	--
Settle et al. (2007)	Ranking the combined North Lakes and Cabbage tree samples to determine the water quality behaviour	PCA/Partial Least Squares (PLS)
Spengler et al. (1998)	Ranking recycling measure in the iron and steel making industry/ LCA	KOSIMEUS: a simulation and decision support system model
Vaillancourt and Waaub (2002)	Ranking waste management facilities	Mixed integer linear programming
Vaillancourt and Waaub (2004)	Ranking regions or countries in order to allocate the greenhouse gases emission rights	A dynamic multi-criterion model
Vego et al. (2008)	Ranking solid waste management alternatives	--
Vuk et al. (1991)	The location problem for disposal of communal waste	--
Walther et al. (2008)	To evaluate municipalities for the installation of recycling facilities	--
Yan et al. (2007)	Ranking municipal sewage treatment plant projects	--

Fuente: Behzadian et al. [2010].

En este documento se observan las investigaciones que se han realizado alrededor de temas hidrológicos y tratamiento de aguas a través de Promethee. En la tabla 6 se sintetiza esta información.

En este estudio se obtuvo que de los 195 documentos analizados que aplicaban Promethee para la toma de decisiones, 47 eran de gestión del medioambiente, lo que equivale al 24,1% (ocupando el primer lugar), y en tercer puesto se encontraba el tema de hidrología y tratamiento del agua, con 28 artículos relacionados, lo que equivale al 14,4% de la muestra. Adicionalmente, en este mismo estudio se obtuvo que la mayoría de las investigaciones eligen este método frente a AHP, Electre III y SMART, por motivos como la facilidad de uso, la simplicidad de la estrategia del modelo, la variación de la solución y la aplicación (Behzadian et al., 2010).

Además, los principales desastres abordados son terremotos (en mayor medida), inundaciones, reforestación, calentamiento global y contaminación ambiental, como se puede observar en las siguientes fuentes: Michel-Kerjan et al. (2012), Salminen, Hokkanen y Lahdelma (1998), Gilliams et al. (2005), Zebardast (2013), Leimbach (1996), Linkov et al. (2006), Fisher (2006), Bac-Bronowicz y Maita (s. f.), Schmidtlein et al. (2011), Tamura et al. (2000), Tzeng et al. (2002), Dwyer (2004), Zabeo et al. (2011), Zahran et al. (2008) y Omidvar (2013).

Tabla 5. Artículos e investigaciones alrededor de la hidrología y el tratamiento de aguas

AUTHOR (S)	SPECIFIC AREA	OTHER TOOLS/METHODOLOGIES USED
Abu.Taleb and Mareschal (1995)	To rank and select water resources development options	--
Al-Kloub and Abu-Taleb (1988)	To rank the co-riparians/water rights and water sharing	
Al-Shemmeri et al. (1997)	Ranking of water development projects	
Ayoko et al. (2007)	Ranking the quality of the water bodies	PCA/PLS
Chou et al. (2004)	To determine depression outlet location and flow direction in digital terrain model	A depression watershed method
Chou et al. (2007)	Ranking embankment types (ecotechnology models) located in Shihmen reservoir watershed	Fuzzy theory/GIS
Hajkowicz and Collins (2007)	Water resource management	A review of multiple criteria analysis
Hajkowicz and Higgins (2008)	Six water resource management decision problems	
Hermans et al. (2007)	Ranking river management alternatives	Conjoint analysis
Hermans and Erickson (2007)	To facilitate decision making at the watershed scale	A review of MCDA techniques
Hyde and Maier (2006)	Sustainable water resource development problem	Stochastic uncertainty analysis and distance–base uncertainty analysis
Khelifi et al. (2006a)	To select groundwater remediation technologies	
Mahmoud and Garcia (2000)	Evaluating alternatives for the operation of a diversion dam	-
Morais and Almeida (2006)	The planning of actions in water supply systems	Group decision-making
Morais and De Almeida (2007)	Ranking alternative strategies of water network to reduce leakage	-
Opricovic and Tzeng (2007)	Ranking alternative hydropower systems on the river	-
Ozelkan and Duckstein (1996)	Ranking water resources projects (hydropower plants)	PCA
Pillai et al. (1996)	To select the best alternative plan in irrigation development strategies	-
Pundez et al. (2002)	Evaluating strategies of sustainable water management	-
Raju and Pillai (1999a)	To select the best reservoir configuration for river basin	Spearman rank correlation
Raju and Pillai (1999b)	To select the best alternative in irrigation development strategies	Taguchi experimental method/stochastic Promethee
Raju and Kumar (1999)	To select the best alternative in irrigation plan	Cluster analysis and Spearman rank correlation
Raju et al. (2000)	Ranking the alternative strategies of the irrigation system	Spearman rank correlation /group decision – making.
Raju and kumar (2006)	To select the suitable irrigation planning alternatives	Data Envelopment Analysis (DEA)/ Spearman rank correlation /EX PROM.
Simon et al. (2004)	The evaluation of water management strategies	-
Simon et al. (2005)	The evaluation of water management strategies	-
Simon et al. (2006)	To evaluate eco-hydrological effects of water management strategies.	-
Ulengin et al. (2001)	To select most suitable remedy for water-crossing problem	-

Fuente: Behzadian et al. [2010].

Indicadores y acciones en el sistema territorial

En la medida en que se trata de abordar los elementos relacionados con las generalidades del riesgo y con la conceptualización de la vulnerabilidad, resulta prioritario comprender el territorio más allá de simplemente elementos físicos; plantear un sistema compuesto por una serie de elementos interrelacionados, tal como se especificó en el capítulo 1, permite una mirada integral de los fenómenos presentes en el territorio. El planteamiento a través de subsistemas interrelacionados genera una estructura que evita las aproximaciones sectoriales, las que sin duda han dejado de lado la complejidad presente en los fenómenos territoriales.

De ello resulta una propuesta de indicadores agrupados dentro de cinco dimensiones o subsistemas territoriales: ambiental, económico-productiva, político-institucional, sociocultural y urbano-regional. Esta estructura resulta en una herramienta adecuada, la cual permite abordar el complejo sistema territorial y hacer una interpretación de sus interrelaciones con el fin de establecer la vulnerabilidad del territorio; de hecho, se puede establecer que las consecuencias de un desastre natural sobre un sistema territorial son similares en relación con la realidad de las dimensiones y la sinergia entre ellas.

En este capítulo son presentados los indicadores para evaluar la vulnerabilidad, que se convierten en las variables de entrada del SIVT; pero además son presentadas las acciones para la prevención del riesgo y manejo del desastre, que se convierten en las variables de salida de dicho sistema.

Tal como lo presenta el Departamento Nacional de Planeación (2010) en el documento *Orientaciones conceptuales y metodológicas para la formulación de visiones de desarrollo territorial*, se considera que cada una de las dimensiones territoriales posee una lógica y una dinámica propia, lo que determina el desafío para establecer una metodología adecuada y una estructura conceptual acorde con las realidades y las dinámicas propias del territorio. Esto conduce a una propuesta compuesta por indicadores que procuren una visión integral y permitan conocer las características de la realidad. En consecuencia, uno de los principales desafíos se centra en el desarrollo de un trabajo común que relaciona varias disciplinas alrededor del territorio, al igual que generar lenguajes comunes en procura de dicha visión integral. Así, se plantea una base de conocimiento que permite aproximar

la realidad de un territorio hacia herramientas que faciliten la comprensión y la acción asociadas con los mecanismos de intervención.

Se espera que, como consecuencia de la priorización de las acciones producto de los análisis a través de las dimensiones, puedan fortalecerse los subsistemas territoriales individualmente y sus relaciones, pues, en definitiva, el objetivo central se concentra en fortalecer el territorio ante cualquier desastre natural que se pueda presentar. De esta manera, se espera evitar la visión sectorial predominante en la atención del riesgo y en las visiones de desarrollo territorial. Puesto que la aplicación de la estructura de los indicadores propuesta determina la necesidad de gran cantidad de información relacionada con cada una de las dimensiones del territorio, es necesario vincular diversas fuentes de información.

En este sentido, la mayoría de las dimensiones del territorio han tenido un tratamiento histórico sectorial. Así, diversos entes gubernamentales han mantenido un monitoreo continuo respecto a la información que caracteriza las dimensiones ambientales, económico-productiva, político-institucional y urbano-regional. Las cuatro dimensiones pueden ser conocidas a través de información secundaria reportada por entes asociados con el gobierno y la nación. Caso diferente ocurre en la dimensión sociocultural, en la cual la información secundaria disponible resulta escasa para permitir una caracterización adecuada de las comunidades.

Esta insolencia determinó un desarrollo conceptual mayor que permitiera una caracterización mucho más profunda de la dimensión; para ello, en el capítulo 4 se presenta una serie de instrumentos desarrollados y aplicados para procurar un conocimiento adecuado, que permita conocer las características de las poblaciones en las regiones y los análisis correspondientes, que finalmente brindan la información necesaria en los indicadores descritos en el presente capítulo.

Dimensiones del sistema territorial, relaciones y afectación en el territorio

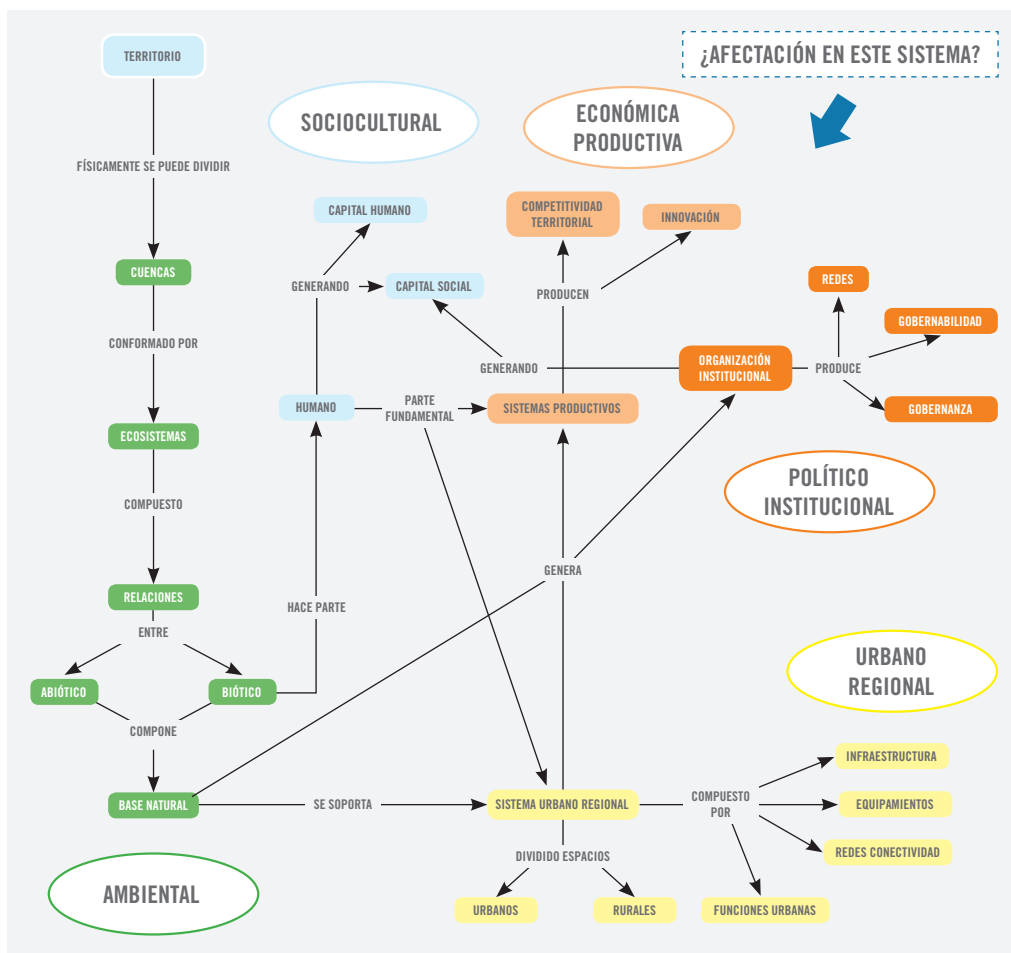
Como se mencionó, entender el territorio a partir de una visión integral plantea el reto de proponer un modelo que permita sistematizar la información y, en la medida en que se realice una implementación, efectuar una aproximación a los fenómenos territoriales. Al establecer como partes constitutivas del territorio una serie de subsistemas, se hace una propuesta que permite aproximarse a la complejidad de los procesos presentes en los espacios geográficos urbanos y regionales del territorio. Igualmente, la comprensión sistémica del territorio a través de indicadores permite un análisis funcional, lo que facilita desarrollos que contribuyan a los análisis de vulnerabilidad en el territorio.

El análisis a través de esta estructura identifica los ejes centrales y sus interrelaciones en función de la organización del territorio (Departamento Nacional de Planeación, 2010). Solo a través de cambios en la organización del territorio, tanto físicos como sistémicos, es posible modificar su estructura y así fortalecerlo de manera sostenible a lo largo del tiempo.

3. Indicadores y acciones en el sistema territorial

Acogiendo la estructura propuesta, a continuación se esquematiza la propuesta de indicadores asociados a las características o los elementos por conocer respecto a cada dimensión o subsistema. En la figura 10 se muestra la conceptualización de los elementos asociados a cada uno de los subsistemas y sus principales relaciones, desde la perspectiva de la afectación que puede ocasionar un desastre natural al sistema territorial.

Figura 10. Mapa del sistema territorial y las interrelaciones de las dimensiones del territorio



Fuente: autores.

Como se advierte, puede existir una gran cantidad de relaciones entre los diversos elementos asociados a cada dimensión. Así, por ejemplo, la base ambiental soporta el sistema urbano-regional, pero igualmente puede estar asociada a la creación de una organización institucional particular; esta organización, si cuenta con un componente social, puede generar capital social. En este sentido, la descripción de las relaciones en el sistema territorial fue desarrollada a través de una metodología basada en panel de expertos.

Con la conformación de esta base de información, se conceptualizó cada una de las dimensiones del territorio y se propusieron los indicadores correspondientes. A partir de este esquema de trabajo fue posible ir más allá de los indicadores que habitualmente son reportados en la afectación a un territorio por un desastre natural. Con la propuesta de indicadores consolidada se realizó la estructuración, clasificación y conceptualización ya mencionadas, así como con el conocimiento aportado por los expertos en cada dimensión del territorio. El grupo de expertos y sus roles son presentados en el capítulo 4.

En el caso de la dimensión sociocultural, el esquema de trabajo resultó diferente; esta fue tratada de manera especial, ya que la información necesaria respecto a cada uno de los elementos y de los procesos no se encuentra disponible para todas las poblaciones en Colombia, o bien, los elementos medidos resultan insuficientes para caracterizarla. En este caso, como se detalla en el capítulo 4, además de establecer los indicadores, se diseñaron instrumentos capaces de recopilar la información en campo. De esta manera, los casos de aplicación en poblaciones reales inician con el uso de los instrumentos y con la estructura de indicadores, con miras a lograr la caracterización completa de la dimensión sociocultural.

Desde el punto de vista de la gestión integral del riesgo, las interacciones que resultan de interés son las relacionadas con el grado de vulnerabilidad y la afectación del sistema territorial; esto con el fin de evitar la forma convencional de evaluar la vulnerabilidad, que se limita en la mayoría de los casos a la medición de las pérdidas materiales y humanas.

Es claro que la información obtenida de esta manera no refleja el verdadero impacto sobre el sistema territorial de cualquier tipo de afectación, especialmente la de un desastre natural a gran escala. A causa de ello, el grupo de investigadores y de expertos del proyecto propuso un grupo de indicadores que permitieran evaluar la vulnerabilidad. A continuación se presenta la estructura de los indicadores propuestos por dimensión y la descripción de cada uno. De esta manera, se logra que efectivamente cada dimensión sea diagnosticada y, a partir de ello, obtener un valor del índice de vulnerabilidad para la región con el apoyo del SIVT (descrito en el capítulo 5). Con los diferentes métodos y resultados del cálculo de índice de vulnerabilidad es posible priorizar las acciones y fortalecer el territorio.

Propuesta de indicadores asociados al sistema territorial

De conformidad con lo expuesto antes, los indicadores del sistema territorial se presentan agrupados de acuerdo con las dimensiones o los subsistemas territoriales; a manera de ejemplo, en cada indicador se muestra un extracto de la información que se incluye en la estructura propuesta, asociada a la base de datos usada para determinar la vulnerabilidad del territorio.

La información básica mostrada se ordena de la siguiente manera: dimensión a la que pertenece; primer nivel al que pertenece dentro de la dimensión; segundo nivel

al que pertenece dentro de la dimensión; tipo de dato de entrada; definición del indicador, que incluye el objetivo y la razón de ser dentro de la variable y de la dimensión; las unidades de dato, y referencia. Sin embargo, cabe aclarar que, de acuerdo con la naturaleza del indicador, no necesariamente toda la información mencionada está disponible para todos.

Según lo anterior, se comienza ahora a describir la conformación de los indicadores asociados a la dimensión ambiental, donde se proponen indicadores que describen las afectaciones del entorno de los emplazamientos humanos a los impactos de eventos naturales. Estos indicadores permiten establecer los componentes relevantes en las interacciones sociales con su entorno, servicios ambientales que en algunos casos sirven de suministro para la supervivencia (agua, aire, etc.). También pueden presentar las relaciones con otras dimensiones, como en el caso de la generación de recursos asociados a un ordenamiento de un territorio; en estos casos necesariamente se analizan aspectos económicos, sociales, urbanos y políticos. Entender el antes y el después del componente ambiental permite tomar medidas en términos de sostenibilidad territorial, conservación y aprovechamiento.

Los indicadores propuestos son el resultado del proyecto de investigación “Retrospectiva de las catástrofes naturales en Colombia como insumo para la construcción de un Sistema Soporte de Decisiones”. Los resultados son producto del trabajo de investigación de los autores y de los estudiantes de trabajos de grado de Ingeniería Civil, quienes aportaron a la construcción de la base datos (ver en la bibliografía el listado de trabajos de grado). Asimismo, los profesionales de apoyo se encargaron de articular dichos resultados.

***Nota:** Para la ampliación de la información relativa a cada una de las dimensiones e indicadores, véase el anexo de este libro (pp. 195 - 203).*

a. *Dimensión ambiental*

- b. *Dimensión urbano-regional.* Los indicadores de la dimensión urbano-regional están orientados a la evaluación de la vulnerabilidad del sistema físico (infraestructura). Estos indicadores presentan una relación de dependencia respecto a las características del sistema económico-productivo, en la medida en que su afectación permite cuantificar las pérdidas de los sistemas productivos.

Es importante precisar que en la mayoría de estudios este componente se cuantifica en términos de cobertura, lo que deja una gran cantidad de características sin posibilidad de evaluación. Respecto a la toma de decisiones posterior a un desastre natural, se considera fundamental las acciones sobre el sistema construido, ya que su recuperación permite generar el soporte para la recuperación del territorio.

- c. *Dimensión económico-productiva.* La dimensión económico-productiva es propuesta con un enfoque de competitividad territorial que permite caracterizarla

por el conjunto de ventajas sociales, culturales, tecnológicas, ambientales, institucionales y en general todo lo que brinde el entorno territorial a nivel local, regional, nacional e internacional.

Este entorno corresponde a lo que rodea la organización empresarial, y allí es habitual el uso de los indicadores macroeconómicos para el seguimiento y la recuperación de zonas afectadas por eventos naturales.

- d. *Dimensión político-institucional.* Para examinar la dimensión político-institucional se deben considerar las capacidades institucionales (públicas, sociales o privadas), traducidas en: el liderazgo, la participación social, la coordinación y cooperación, la eficiencia y eficacia administrativa, la prevención y gestión de conflictos, el acceso a la información y el conocimiento útil y en general todos los aspectos derivados de los valores, de las reglas de juego institucionales y de la formas de organización que propician o dificultan el desarrollo territorial.

Las variables que se tuvieron en cuenta están relacionadas con la diversidad y densidad de las principales organizaciones que pueden existir en una zona (p. e., sociales, productivas, políticas, asociativas), el tipo de relaciones que se establecen entre ellas y con sus respectivos gobiernos (p. e., cooperación, conflicto, diálogo, puntuales, coyunturales), las principales fortalezas y debilidades de la institucionalidad local, el grado de formalidad o informalidad de las organizaciones existentes, las redes institucionales, los espacios y mecanismos de participación, la existencia de agendas políticas y planes de interés temático, sectorial y territorial, el carácter de la cultura política cívica: propositiva o reivindicativa, democrática o autoritaria, transparente o manipuladora, patrimonial o ciudadana.

- e. *Dimensión sociocultural.* La caracterización de la dimensión sociocultural intenta profundizar y explicar las creencias, los valores y las visiones que existen entre las personas respecto a sus problemas y orígenes, y sobre los beneficios en juego para procurar la definición de unos intereses mínimos generales alrededor de los cuales habría que trabajar estratégicamente.

Esto se tendría que realizar movilizándolo y organizándolo a la población a favor de la autorreconstrucción si es el caso; lo que se puede alcanzar, puede perdurar y madurar si se consolida la organización comunitaria. De lo contrario, las poblaciones afectadas por los desastres naturales estarán destinadas a la pérdida del acumulado social, de su existencia como actores sociales y del futuro de la región. Esta es una de las temáticas en la que menos se ha trabajado en caso de un desastre natural y es en la que los proyectos de investigación (asociados a este estudio) se han enfocado, generando los mayores aportes.

Proceso de priorización

Una vez establecida la propuesta de indicadores para ser usados en la evaluación de la vulnerabilidad territorial (en el SIVT), es necesario realizar un proceso de priorización; de esta manera, al establecer la importancia absoluta o relativa de cada indicador respecto a todos los de su dimensión, y la importancia relativa de cada dimensión en relación con las otras, se establece una priorización que puede guiar las acciones en el territorio. Acorde con esto, el objetivo es lograr establecer un orden para las acciones por realizar, de modo tal que en un primer plano aparezcan las acciones prioritarias, que puedan generar el mayor impacto positivo posible en el territorio y por ello sean las preferidas para ejecutar. En la tabla 7 se muestra un ejemplo de escala para establecer el nivel de importancia.

Tabla 6. Ejemplo de escala para establecer el nivel de importancia

VALOR	NIVEL DE IMPORTANCIA
1	Indiferente
2	Menos importante
3	Importante
4	Muy importante
5	Preferente

Fuente: autores.

La primera priorización se realiza de manera absoluta para cada uno de los indicadores dentro de cada dimensión; de esta manera, cada uno de los expertos establece la importancia relativa de cada indicador, de acuerdo con la tabla 7, y especifica la mejor condición para el criterio *maximizar* o *minimizar*. A partir de esto se logra la información primaria para establecer la priorización. En la tabla 8 se muestra un ejemplo del resultado de la priorización de un experto para algunos pocos indicadores.

Tabla 7. Ejemplo de priorización primaria de variables

VARIABLE	NIVEL DE IMPORTANCIA	CRITERIO MAX. O MIN.
Disponibilidad y calidad de plataformas para la toma de decisión en gestión del riesgo	2	Max.
Instituciones del Estado que no pueden prestar sus servicios a la sociedad	3	Max.
Municipios afectados	4	Min.
Índice de desempeño fiscal	2	Max.
Índice de desempeño integral	2	Max.
Países que cooperan en la situación de emergencia	2	Max.
Países que cooperan el proceso de reconstrucción	3	Max.

Fuente: autores.

El segundo nivel de trabajo corresponde al proceso de priorización relativa en dos etapas: la priorización entre las dimensiones y la priorización entre los indicadores de una misma dimensión. El proceso, para las dos etapas, inicia con una pregunta orientadora que cada uno de los expertos usa para realizar la priorización; la pregunta usada fue la siguiente: ¿cuál debe ser el valor que representa la importancia de las variables para la toma de decisiones frente a acciones para la prevención del riesgo y el manejo de desastres?

La escala usada en el proceso se muestra en la tabla 9. Si el criterio i es más importante que el criterio j , entonces se usa un número entero cuya magnitud está relacionada con la importancia. Pero si es el caso contrario, en el que el criterio j es más importante que el criterio i , entonces se usa un número fraccionario.

Tabla 8. Escala para la priorización relativa entre dimensiones y entre indicadores

ESCALA DE SAATY	
VALOR DE PAR COMPARADO IJ	INTERPRETACIÓN
1	<i>El criterio i y el criterio j son igualmente importantes</i>
3	<i>El criterio i es ligeramente más importante que j</i>
5	<i>El criterio i es fuertemente más importante que j</i>
7	<i>El criterio i es muy fuertemente más importante que j</i>
9	<i>El criterio i es absolutamente más importante que j</i>
OTROS VALORES	EXPLICACIÓN
2, 4, 6, 8	<i>Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, usados como valores de consenso entre dos juicios.</i>
Incremento de 0,1	<i>Valores intermedios para realizar graduaciones más finas a los juicios (por ejemplo, 7,3 es una entrada válida).</i>

Fuente: autores.

A través de este proceso, los expertos determinaron la importancia relativa entre cada una de las dimensiones y entre los indicadores, lo cual permitió establecer la jerarquía de relaciones existentes entre todos los elementos del sistema. En la tabla 10 se muestra un ejemplo de la jerarquización realizada por un experto para la relación entre las dimensiones del territorio; como se observa, cada dimensión tiene una importancia relativa igual consigo misma, y por esto la diagonal de la matriz toma un valor de 1, pero diferente con las demás.

Al tomar como ejemplo la relación entre la dimensión político-institucional y la ambiental, para este experto la dimensión ambiental es fuertemente más importante que la dimensión político-institucional, por lo cual asignó un valor fraccionario de 1/5; en otro caso, respecto a la relación entre la dimensión sociocultural y la económico-productiva, para este experto, resulta fuertemente más importante la primera que la segunda, de manera tal que le asigna un valor de 5 (Servicio Geológico Colombiano, 2015).

Tabla 9. Ejemplo de los resultados de la matriz base de priorización de variables entre las dimensiones del territorio

DIMENSIÓN TERRITORIAL	POLÍTICO-INSTITUCIONAL	AMBIENTAL	SOCIOCULTURAL	ECONÓMICO-PRODUCTIVA	URBANO-REGIONAL
Político-institucional	1	1/5	1/5	1	1/3
Ambiental		1	1	3	3
Sociocultural			1	5	3
Económico-productiva				1	1
Construida urbano-regional					1

Fuente: autores.

Ahora se observa el caso de la priorización entre los indicadores de cada dimensión. En la tabla 11 se muestra en extracto de algunos indicadores priorizados por el mismo experto; en ella se presenta la relación entre los indicadores usando la misma escala. A diferencia de la matriz que relaciona las dimensiones, en esta los valores de importancia relativa inferior se describen a partir de valores racionales con cifras decimales. Esto se debe a que la información que se muestra se encuentra lista para ser usada en el Sistema Soporte de Decisiones, que determinará las acciones por realizar. A manera de ejemplo, se presenta la relación ente el indicador reducción en la calidad de la fuente de abastecimiento de agua potable por fuente y los animales endémicos de la zona afectada. En este caso, el experto determinó que el primero es fuertemente más importante que el segundo, tras lo cual asigna un valor de 5. Un ejemplo de importancia inversa es la relación entre el indicador de los escombros producto de un desastre natural y el de la reducción en la calidad de la fuente de abasteciendo de agua potable. En este caso, el experto determinó que el segundo es fuertemente más importante que el primero, lo que establece una relación de inversa que fue calificada en $1/7$. Este valor en la matriz se muestra aproximado, en dos cifras decimales, como 0,14.

Tabla 10. Ejemplo de los resultados de una sección de la matriz base de priorización de variables para la dimensión ambiental

VARIABLES DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	Escombros	Reducción en la calidad de la fuente de abastecimiento de agua potable por fuente	Población con abastecimiento de agua potable, por fuente	Animales endémicos en la zona afectada	Animales en peligro de extensión en la zona afectada	Vegetación endémicos en la zona afectada
Escombros	1,00	0,14	0,11	0,20	0,20	1,00
Reducción en la calidad de la fuente de abastecimiento de agua potable por fuente		1,00	1,00	5,00	5,00	5,00
Población con abastecimiento de agua potable, por fuente.			1,00	5,00	5,00	5,00
Animales endémicos en la zona afectada				1,00	0,33	1,00

Fuente: autores.

Acciones en el sistema territorial

Es habitual que en los eventos catastróficos de origen natural se presenten en mayor medida daños colaterales que los atribuidos al propio evento. Normalmente, debido al mal manejo de las acciones de reducción del riesgo y manejo de desastres para un territorio asociadas a un desastre natural, se sobrepasa la capacidad de respuesta de la sociedad para enfrentarlo y se convierte el evento natural en una catástrofe natural (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2014). Como consecuencia, puede ser afectado el tejido social y las poblaciones presentan una resiliencia menor. Con el fin de evitar estas situaciones, es posible realizar una planificación anticipada para la reducción de los riesgos y para el manejo de los desastres.

En el ámbito internacional existe gran cantidad de países con iniciativas basadas en el uso de la tecnología y la creación de estrategias coordinadas para reducir el riesgo y responder de manera oportuna ante un desastre natural; algunos ejemplos son el caso de Bangladesh, Cuba o Vietnam, que han logrado mitigar significativamente el efecto de las amenazas hidrometeorológicas a través de sistemas de alerta temprana y preparación anticipada para la reducción de riesgos (UNISDR, 2013).

En América Latina, la capacidad de atención continúa siendo muy débil para enfrentar desastres naturales a escala mayor. En algunos grandes desastres recientes, como los huracanes Georges y Mitch, el fenómeno de El Niño, el terremoto de 1999 en Colombia y los sismos del 2001 en El Salvador, etc., los gobiernos dejaron de lado a las organizaciones existentes en cada país en el momento de atender alguna de estas emergencias; ello demuestra una falta de preparación de las instancias políticas y la sociedad en general para el manejo de los desastres (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2014).

A partir de 1997, Colombia ha promovido la incorporación de la gestión del riesgo de desastres en los planes de ordenamiento territorial (POT) municipales y ha desarrollado estrategias de gestión de riesgo correspondientes con dicha intención (CAPRA, 2011). El Banco Mundial ha brindado apoyo financiero a 795 municipios colombianos para formular estrategias de gestión de riesgo POT. Este proceso ha avanzado de manera ágil en algunas ciudades; sin embargo, aproximadamente el 95% de los municipios colombianos han enfrentado grandes dificultades para avanzar en los procesos de gestión del riesgo. Esto se debe a deficiencias en las capacidades técnicas y a la falta de inversión en el tema (CAPRA, 2011).

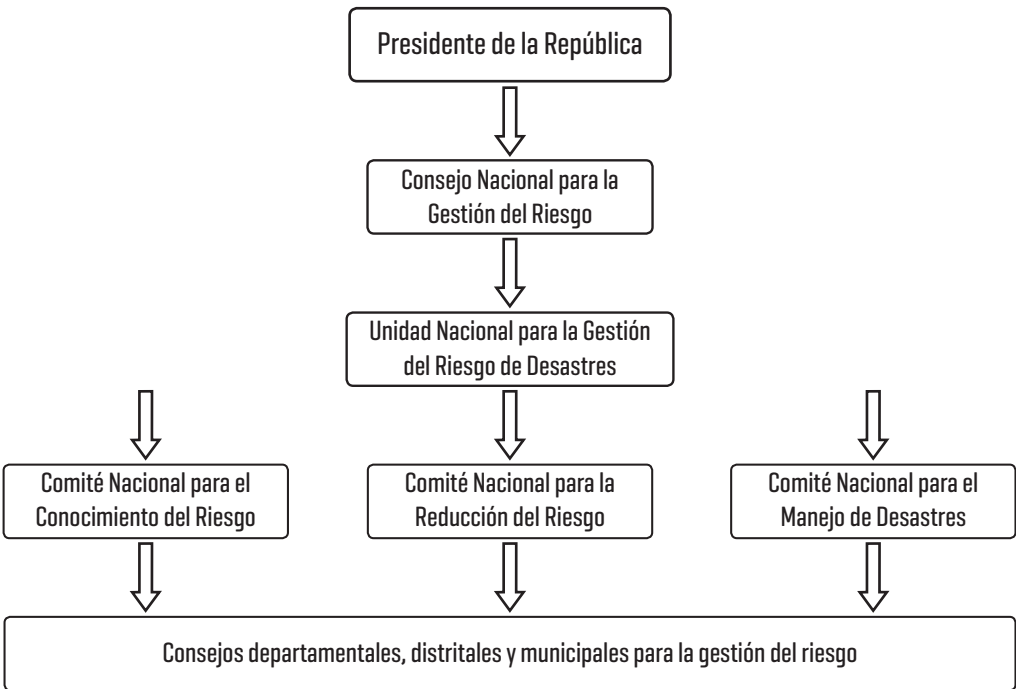
En Colombia, la estructura gubernamental para la gestión del riesgo, en orden jerárquico, cuenta con la dirección del Presidente de la República, respaldado por el Consejo Nacional para la Gestión del Riesgo, la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, los comités para el conocimiento del riesgo, para la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, seguido por los concejos departamentales, distritales y municipales. El esquema se muestra en la figura 11.

Acorde con la estructura gubernamental establecida para la gestión del riesgo en Colombia, se espera que las autoridades regionales faciliten la articulación entre los

distintos niveles de acción que comprenden el sistema (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2014). De esta manera, el desarrollo de un Sistema Soporte de Decisiones debe brindar un apoyo para los gobernantes locales, con el fin de tener una guía para priorizar las acciones. Así, son los gobernantes y los tomadores de decisiones lo que deben determinar los responsables de llevar a cabo las acciones en el territorio.

Una de las grandes ventajas que brindan las implementaciones de este tipo es la posibilidad de generar escenarios; en este sentido, el cálculo de la vulnerabilidad permite un diagnóstico de la situación en una región y, al establecer acciones, un trabajo anticipado en procura de la reducción del riesgo.

Figura 11. Estructura gubernamental para la gestión del riesgo



Fuente: PNUD [2012, 2014].

Igualmente, en la medida en que las acciones son sugeridas por el sistema de información, es posible establecer planes y estrategias para su implementación de manera anticipada; de esta manera, se espera que la conceptualización e implementación del SIVT contribuya a garantizar los derechos fundamentales de los más pobres, a mejorar la salud y la seguridad alimentaria, protegiendo los medios de sustento, salvaguardando las inversiones para el desarrollo y el aumento de la resiliencia de las comunidades (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2014).

En el diseño del sistema de información se debe aclarar que las bases de datos correspondientes a los indicadores y a las acciones en el territorio pueden ser modificadas, con el fin de procurar una estructura flexible que pueda tener en cuenta la información proveniente de todos los actores involucrados, incluyendo usuarios comunes. De acuerdo con los protocolos de manejo de bases de datos y de sistemas de información, se debe plantear una tipología de usuarios en la cual existen tipos de usuarios que administran el sistema y se encargan de garantizar la consistencia y validez de la información. En este sentido, en la tabla 12 se presentan ejemplos de las acciones propuestas, agrupadas en acciones para la reducción del riesgo y acciones para el mando de desastres en un territorio, con el fin de comprender las salidas del SIVT y mostrar la necesidad del diseño de sistemas flexibles, que puedan vincular información en la medida en que son usados.

Tabla 11. Ejemplo de acciones en el territorio para la reducción del riesgo y el manejo de desastres en un territorio

DIMENSIÓN TERRITORIAL	REDUCCIÓN DEL RIESGO	MANEJO DE DESASTRES		
		CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO
Ambiental	Contar con sistemas de alertas temprana a nivel local en funcionamiento	Rescate de animales en peligro	Realizar un control de epidemias en la población afectada	Restauración de los ecosistemas afectados
	Conformar un banco de ADN de especies animales y vegetales de la zona	Manejo de escombros con maquinaria para encontrar sobrevivientes o cuerpos de personas fallecidas	Realizar un inventario de especies animales y vegetales desaparecidas	Desarrollar proyectos de investigación, en los que se detallan los daños de tipo ambiental en la zona de desastre, además de los proyectos para solucionarlos
Urbano-regional	Aplicar las norma sismorresistente NRS-10 a las estructuras, como lo estipula la Ley Nacional	Establecer qué construcciones están en área de amenaza y evacuar	Realizar reubicación de la población afectada	Construir las vías destruidas por el desastre natural
	Mejorar las vías para disminuir los tiempos de viaje	Garantizar agua potable para la población afectada	Realizar el mantenimiento de las líneas vitales que son fundamentales para el funcionamiento de la sociedad, como las redes de agua potable, cloacas, de gas, eléctricas, telecomunicaciones, sistemas de transporte	Construcción de las viviendas destruidas por el desastre natural
Económico-productiva	Ampliar la educación en gestión empresarial en la educación pública	Realizar un chequeo sobre las hectáreas cultivables que fueron afectadas por el desastre	Evaluar los costos para la recuperación de las viviendas que resultaron afectadas por el desastre	Facilitar créditos de vivienda para población afectada por el desastre
	Tener conocimiento sobre el uso de suelos en la región	Restablecer el servicio en los centros médicos y colegios	Priorizar acciones para reestablecer el estado de las áreas cultivables	Reactivación de las fuentes de ingreso personal y familiar, del funcionamiento de los mercados locales de trabajo, bienes y servicios

3. Indicadores y acciones en el sistema territorial

Tabla 11. Ejemplo de acciones en el territorio para la reducción del riesgo y el manejo de desastres en un territorio (continuación)

DIMENSIÓN TERRITORIAL	REDUCCIÓN DEL RIESGO	MANEJO DE DESASTRES		
		CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO
Político-institucional	Potenciar la participación activa de la sociedad, especialmente de las comunidades locales, en la construcción de la seguridad ciudadana	Prestar seguridad en los lugares donde se requiera la fuerza pública para evitar robos a los patrimonios de las personas afectadas	Implementar el plan para el manejo de la cooperación internacional en el posterior proceso de reconstrucción de la zona afectada	Realizar el seguimiento y control de las obras de reconstrucción
	Crear plataformas que ayuden a la prevención y mitigación del riesgo y ponerlas a disposición de la población, teniendo un control y actualización de la información	Generar a través de los medios de comunicación la información en tiempo real sobre el manejo del desastre y las orientaciones a la comunidad sobre qué acciones llevar a cabo	Generar un comité de gestión del riesgo para la solución de las problemáticas locales posteriores a un desastre natural	Apoyar en términos de seguridad pública el proceso de reconstrucción del territorio
Sociocultural	Acceso a programas de salud y de vida sana con buena alimentación y ejercicios físicos	Generar albergues temporales o llevar a las personas a los albergues que se han predispuesto con anterioridad al evento.	Realizar investigaciones y estudios de la afectación patrimonial del territorio	Recuperación del daño personal: involucra atención psicológica, recuperación de la confianza y la autoestima de la población que padeció el desastre
	Generar proyectos en comunidad que generen en las personas mayor responsabilidad y sentido de pertenencia con su territorio	Buscar ayuda en territorios aledaños que no hayan sido afectados y conseguir camas o lugares de atención de heridos	Promover mecanismos para la representación de los damnificados y evacuados, con el fin de concertar las decisiones y estimular su participación activa en las actividades próximas de restauración	Recuperación del daño social: restaurar las familias y sus relaciones internas, además de las relaciones sociales y comunitarias, de la vida política local, de la institucionalidad en términos de pacto social, reglas del juego y ejercicio de las responsabilidades colectivas

Fuente: autores.

Las acciones propuestas son el resultado del proyecto de investigación “Retrospectiva de las catástrofes naturales en Colombia como insumo para la construcción de un Sistema Soporte de Decisiones”. Los resultados son producto del trabajo de investigación de los autores y de los estudiantes de trabajos de grado de Ingeniería Civil, quienes aportaron a la construcción de la base datos (ver listado de trabajos de grado en la bibliografía de este libro). Asimismo, los profesionales de apoyo se encargaron de articular dichos resultados.

Estudios de caso, estimación de la vulnerabilidad territorial y formulación de indicadores en la dimensión sociocultural

En el marco de una metodología para el análisis de la vulnerabilidad territorial con enfoque holístico (acorde con los conceptos presentados en el capítulo 1), resulta fundamental integrar el componente sociocultural; de esta manera, es posible conocer y evaluar las características particulares de una zona y generar procesos enfocados a fortalecer el conocimiento local para la reducción del riesgo y el manejo de desastres en territorio. Esta dimensión social pretende la activación y canalización de fuerzas sociales, la mejoría en la capacidad asociativa, promueve el ejercicio de la iniciativa y potencializa la inventiva. Como fue explicado en el capítulo 3, para la formulación de los indicadores socioculturales que alimentan el Sistema de Información de Vulnerabilidad Territorial (SIVT) fue necesario hacer un análisis de estudios de caso.

Esta actividad tuvo como objetivos:

- a. Conocer las experiencias de las comunidades que han vivido desastres naturales en Colombia y, a partir de la interacción con estas, formular indicadores socioculturales que den cuenta de la capacidad de resiliencia frente al riesgo.
- b. Documentar estudios de caso que sirvan como insumo para la realización de simulaciones en el SIVT y lograr los procesos de calibración y validación de los modelos propuestos en el capítulo 5.
- c. Realizar una primera implementación del sistema con datos reales y realizar las pruebas de uso de la herramienta (trabajo futuro del proyecto).

Para realizar estas actividades fueron diseñados talleres de participación con las comunidades locales y su posterior implementación en visitas de campo; los municipios seleccionados como estudios de caso fueron San Marcos (Sucre), Manatí (Atlántico) y Armero (Tolima). Además, se llevaron a cabo encuestas en Chía (Cundinamarca), Bosa (Bogotá) y Sibaté (Cundinamarca), con el apoyo de estudiantes de trabajo de grado de Ingeniería Civil. En este libro son presentados los principales resultados de los tres estudios de caso.

Figura 12. Trabajo de campo en el municipio de Manatí, sur del Atlántico



Fuente: autores.

Como resultado de la aplicación de los talleres, se recopiló información en forma de carteleras, canciones, entrevistas, plenarias o escritos, los cuales, unidos a la observación de los investigadores y las reflexiones de la comunidad, fueron usados para el diseño de la dimensión sociocultural.

En la primera sección se presenta la metodología para el análisis de la vulnerabilidad en la dimensión sociocultural y los indicadores propuestos; además, un resumen del rol de los participantes del grupo de investigadores. La segunda expone la caracterización de las tres zonas de estudio y los resultados de los talleres de vulnerabilidad sociocultural implementados; posteriormente, se presentan las lecciones aprendidas.

Metodología para el análisis de la dimensión sociocultural

Para el análisis de la vulnerabilidad en la dimensión sociocultural, inicialmente fueron formulados indicadores de tipo cuantitativo y cualitativo según la bibliografía y el conocimiento del grupo de investigadores (ver pasos de la metodología para la formulación de indicadores en la dimensión sociocultural en la figura 13). Estos resultados se encuentran compilados en el capítulo 3. Posteriormente, fueron identificadas

las variables que se han de considerar en la construcción de los indicadores y al final se seleccionaron: creencias, valores, relaciones sociales, cohesión social, relación con redes sociales, liderazgo comunitario, adaptabilidad y resiliencia, entre otros. Esto se hizo con el apoyo del conocimiento experto del grupo de investigadores (ver perfiles y aporte de cada integrante en la tabla 13).

Al iniciar la construcción de los indicadores relacionados con estas variables, se encontró que se caracterizan por tener un alto nivel de complejidad, al considerar las condiciones humanas y relaciones sociales, como liderazgo, honestidad, creatividad, humor, redes sociales, resiliencia, nivel de consenso, entre otras.

Figura 13. Proceso para la formulación de indicadores en la dimensión sociocultural



Fuente: autores.

En este sentido fue necesario construir indicadores adicionales a partir de trabajo de campo y con el uso de elementos provenientes de métodos etnográficos⁹ (Álvarez, 2008), y metodologías de participación y autoindagación colectiva (Serna, 2009), caracterizados por los principios de “aprender haciendo” y generar espacios para la reflexión crítica.

Durante el proceso de formulación de los indicadores fue fundamental la generación de espacios para el intercambio de saberes y diálogo con las comunidades locales, con ayuda de los expertos en el proyecto de investigación que se indican en la tabla 13. Como estrategias pedagógicas se realizaron entrevistas, análisis documental, análisis de datos, encuestas, dibujos de la situación de riesgo, poesía y la aplicación

⁹ Giddens (2007) menciona que cuando la etnografía tiene éxito, proporciona información veraz sobre la vida social. Una vez que se sabe cómo se ven las cosas desde un determinado grupo, es probable que se alcance una comprensión profunda de por qué determinadas personas actúan de una manera dada.

de metarrelatos; los resultados de estos ejercicios se convirtieron en el principal insumo para la formulación del conjunto de indicadores de carácter cualitativo que alimenta el SIVT.

Adicionalmente, el sistema de indicadores para cada uno de los estudios de caso fue caracterizado; es decir, se obtuvo el dato correspondiente a cada indicador y fue compilado en una tabla, que se convirtió en la entrada del SIVT y de esta forma pudieron llevarse a cabo los procesos de calibración y validación de los modelos.

En los talleres diseñados por el grupo de investigadores se indagó sobre la información referente a variables identificadas a través de la implementación de tres actividades cuyo detalle es presentado a continuación: el primero relacionado con las creencias y valores, cuyo objetivo fue elaborar un diagnóstico participativo que permitiera profundizar los metarrelatos religiosos, de creencias populares, de costumbres y de valores que posee la población; el segundo, un taller de redes sociales e identidad, cuyo propósito fue evaluar, desde la experiencia personal, elementos que ayudaran a esbozar características de la identidad local y regional, así como vislumbrar los sueños compartidos; por último, en el tercer taller, relacionado con resiliencia, se tuvo como objetivo reconocer las cualidades y fortalezas que permiten a las personas enfrentar positivamente situaciones desfavorables.

Tabla 12. Investigadores que participaron como expertos en el proyecto de investigación

NOMBRE	PERFIL EN EL MARCO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
Mauricio González Méndez	Experto en la dimensión urbano-regional, crecimiento de ciudad, servicios públicos y aspectos ambientales.
Alfonso Mariano Ramos	Experto en conceptos de gestión del riesgo y evaluación de amenaza.
Ramón Eduardo González Salazar	Experto en la dimensión sociocultural y político-institucional; aspectos de negociación y resolución de conflictos; análisis de resiliencia; ética.
Edwin Daniel Durán Gaviria	Experto en conceptos de tecnología e innovación, además de aspectos institucionales y redes sociales.
Juan Sebastián de Plaza S.	Experto en la dimensión urbano-regional, diseño de infraestructura y aspectos ambientales.
Damaris Andrea Calvo	Experta en la dimensión ambiental y análisis del componente sociocultural.
Victor Nayn Piñeros	Experto en la dimensión urbano-regional y evaluación de amenaza.
Holman Diego Bolívar Barón	Experto en conceptos de tecnología e innovación, además de aspectos institucionales y del sector económico-productivo.
José Vicente Vergara Hoyos	Experto en la dimensión sociocultural y el componente teológico.
Nelson Obregón Neira	Experto en análisis de amenaza en el marco de la gestión del riesgo.
Hugo Rico Traslaviña	Experto en la dimensión ambiental, específicamente el componente climático y de infraestructura.
Paula Andrea Villegas González	Experta en el análisis de las dimensiones de desarrollo territorial; técnicas para los procesos de participación con la comunidad.

Fuente: autores.

Los talleres se realizaron principalmente en los colegios, las escuelas, las juntas de acción comunal y los centros de adulto mayor de las comunidades visitadas; la recolección y socialización de la información se dio por medio de carteleras elaboradas por alumnos, padres de familia, profesores y adultos.

La metodología utilizada con los estudiantes y profesores se hizo de manera didáctica; se dividieron por grupos, y a través de unas preguntas previamente definidas por el equipo de investigadores, los estudiantes plasmaron sus respuestas de manera

gráfica en carteleras. Al final se realizó una plenaria donde fue expuesta la información contenida en estas últimas. Con los adultos y padres de familia se realizaron mesas redondas en las que se efectuaron las mismas preguntas y se respondió abiertamente en forma de diálogo.

Figura 14. Participación de jóvenes y niños en los talleres



Fuente: autores.

Los aspectos clave de los talleres son presentados a continuación.

Taller de creencias y valores

Tiene como propósito elaborar un diagnóstico participativo que permita profundizar en los metarrelatos religiosos, de creencias populares, de costumbres y de valores que posee la población.

Las preguntas / pautas orientadoras son:

- a. ¿Cuáles son los dichos populares que le sirven para vivir?
- b. ¿Qué significa el agua en la vida de la comunidad?
- c. ¿Qué papel juega Dios en su vida?
- d. ¿Para qué sirve la religión?
- e. Defina y clasifique la importancia de los siguientes valores morales: solidaridad, tolerancia, compromiso, lo público, responsabilidad, fortaleza.
- f. ¿Cuál ha sido el problema más relevante que han tenido en los últimos años y qué hicieron para solucionarlo?

Como resultado de este taller se construyeron los siguientes indicadores, que además fueron evaluados para cada estudio de caso. La construcción de los indicadores se hizo a través de un panel de expertos, donde especialistas en diferentes áreas específicas y relacionadas con la gestión del riesgo realizan una valoración basada en sus experiencias (Departamento Nacional de Planeación, 2014). Las personas que participaron en este proceso son incluidas en la tabla 13.

¿De qué manera incide la religión en el comportamiento de las personas frente a un desastre natural?

- a. Providencialista (primera perspectiva asociado al determinismo): Dios es el señor del universo y maneja todo; entonces yo no tengo responsabilidades, la gente es pasiva. Esto se asocia a una vulnerabilidad alta.
- b. Providencialista (segunda perspectiva ligada al concepto de gracia): me abandono en la gracia; por más que yo haga, no depende de mí, es una espera activa. La gente no es pasiva, es activa en la espera. Esto se asocia a una vulnerabilidad media.
- c. Creadora y cocreadora: visión proactiva; frente a esto, el ser humano tiene que afrontar la situación para superarla; cocreadora que te incumbe a ti ser corresponsable en las cosas con Dios. Esto se asocia a una vulnerabilidad baja.

Las creencias populares indican que la ocurrencia de amenazas de origen natural se debe a:

- a. aspectos que se salen de la voluntad de los hombres. Esto se asocia a una vulnerabilidad alta.
- b. Al mal manejo que hace el hombre de su medioambiente. Esto se asocia a una vulnerabilidad baja.

¿Cuál es el valor de lo público para la comunidad?

- a. Lo público es la propiedad solo del Estado; por tanto, él se encarga de conservarlo. Esto se asocia a una vulnerabilidad alta.
- b. Lo público es de todos, pero la conservación depende solo del Estado. Esto se asocia a una vulnerabilidad media.
- c. Lo público es el espacio de todos y depende de toda su conservación. Esto se asocia a una vulnerabilidad baja.

Autonomía:

- a. Moral autónoma. Esto se asocia a una vulnerabilidad baja.
- b. Moral heterónoma. Esto se asocia a una vulnerabilidad alta.

Taller de redes sociales e identidad

El objetivo de este taller es evaluar, desde la experiencia personal, elementos que ayuden a esbozar características de la identidad local y regional, así como vislumbrar los sueños compartidos.

Las preguntas/pautas orientadoras son:

- a. Dibujar el mapa físico de la región y en él ubicar los sitios más significativos.
- b. Discutir cuáles son los actores sociales que están en el territorio tratando de manifestar algunas características de ellos e intentar ubicarlos en el mapa.
- c. ¿Cuáles son los principales orgullos que ustedes tienen?, ¿cuáles son las deficiencias que tienen como comunidad?
- d. Enuncie los sueños compartidos, ¿cómo se ven hacia futuro?
- e. ¿Cuál ha sido el problema más relevante que ha tenido la comunidad en los últimos años y qué hicieron para solucionarlo?
- f. ¿Cuáles son los actores sociales y los lugares significativos de la comunidad?

Los indicadores formulados fueron:

¿Cuál es el papel de los medios de comunicación para informar sobre las causas del riesgo?, ¿es claro y eficiente?

- a. Sí. Esto se asocia a una vulnerabilidad baja.
- b. Parcialmente. Esto se asocia a una vulnerabilidad media.
- c. No. Esto se asocia a una vulnerabilidad alta.

¿Existen canales de información para la reducción del riesgo?

- a. Sí. Esto se asocia a una vulnerabilidad baja.
- b. Parcialmente. Esto se asocia a una vulnerabilidad media.
- c. No. Esto se asocia a una vulnerabilidad alta.

¿La comunidad presenta pertenencia por su territorio?

- a. Sí. Esto se asocia a una vulnerabilidad baja.
- b. Parcialmente. Esto se asocia a una vulnerabilidad media.
- c. No. Esto se asocia a una vulnerabilidad alta.

¿Se incluye en los colegios el tema de gestión del riesgo y específicamente se aprenden a reconocer los tipos de amenaza?

- a. Sí. Esto se asocia a una vulnerabilidad baja.
- b. Parcialmente. Esto se asocia a una vulnerabilidad media.
- c. No. Esto se asocia a una vulnerabilidad alta.

¿Existe un proyecto o proyectos comunes entre la comunidad?

- a. Sí. Esto se asocia a una vulnerabilidad baja.
- b. Parcialmente. Esto se asocia a una vulnerabilidad media.
- c. No. Esto se asocia a una vulnerabilidad alta.

La toma de decisión en un territorio con qué nivel de acuerdo se lleva a cabo:

- a. Alto. Esto se asocia a una vulnerabilidad baja.
- b. Medio. Esto se asocia a una vulnerabilidad media.
- c. Bajo. Esto se asocia a una vulnerabilidad alta.

¿La comunidad considera que existe apoyo por parte de todos los actores sociales en sus proyectos?

- a. Sí. Esto se asocia a una vulnerabilidad baja.
- b. Parcialmente. Esto se asocia a una vulnerabilidad media.
- c. No. Esto se asocia a una vulnerabilidad alta.

¿La comunidad reconoce físicamente su territorio?

- a. Sí. Esto se asocia a una vulnerabilidad baja.
- b. Parcialmente. Esto se asocia a una vulnerabilidad media.
- c. No. Esto se asocia a una vulnerabilidad alta.

Taller de resiliencia

Este taller tiene como objetivo reconocer las cualidades y fortalezas que permiten a las personas enfrentar positivamente situaciones desfavorables. En este caso se identifican: la determinación de las redes de apoyo informales (parientes, amigos, maestros) y la capacidad de encontrarle algún sentido a la vida, descubriendo las aptitudes sociales y resolutorias. Estas permiten tener la sensación de cierto control sobre la propia vida, reflexionar sobre la autoestima o concepción positiva de uno mismo dentro de la comunidad.

Aquí se propuso la composición de una parábola teniendo en cuenta la manera como la comunidad había actuado en la ocurrencia de un desastre natural.

Los indicadores formulados fueron:

¿Se visualizan en la comunidad pensamientos, sentimientos o actos?

- a. Sí. Esto se asocia a una vulnerabilidad baja.
- b. Parcialmente. Esto se asocia a una vulnerabilidad media.
- c. No. Esto se asocia a una vulnerabilidad alta.

¿Las personas de la comunidad tienen una facultad creadora, facultad de crear?

- a. Sí. Esto se asocia a una vulnerabilidad baja.
- b. Parcialmente. Esto se asocia a una vulnerabilidad media.
- c. No. Esto se asocia a una vulnerabilidad alta.

¿Las personas de la comunidad son joviales, con gracia y agudeza?

- a. Sí. Esto se asocia a una vulnerabilidad baja.
- b. Parcialmente. Esto se asocia a una vulnerabilidad media.
- c. No. Esto se asocia a una vulnerabilidad alta.

¿Las personas de la comunidad manifiestan con palabras o con otros signos exteriores lo que sienten o piensan?

- a. Sí. Esto se asocia a una vulnerabilidad baja.
- b. Parcialmente. Esto se asocia a una vulnerabilidad media.
- c. No. Esto se asocia a una vulnerabilidad alta.

¿Las personas de la comunidad manifiestan facilidad para acomodarse a distintas situaciones o a las propuestas de otros?

- a. Sí. Esto se asocia a una vulnerabilidad baja.
- b. Parcialmente. Esto se asocia a una vulnerabilidad media.
- c. No. Esto se asocia a una vulnerabilidad alta.

¿La comunidad aprovecha el conocimiento de la materialización de la amenaza en el pasado para prepararse para el futuro?

- a. Sí. Esto se asocia a una vulnerabilidad baja.
- b. Parcialmente. Esto se asocia a una vulnerabilidad media.
- c. No. Esto se asocia a una vulnerabilidad alta.

¿Existen iniciativas de mitigación que se concretaron, posterior a la amenaza natural, donde se vio involucrada toda la comunidad afectada?

- a. Sí. Esto se asocia a una vulnerabilidad baja.
- b. Parcialmente. Esto se asocia a una vulnerabilidad media.
- c. No. Esto se asocia a una vulnerabilidad alta.

¿La comunidad conoce los niveles de riesgo a los que están sometidos actualmente?

- a. Sí. Esto se asocia a una vulnerabilidad baja.
- b. Parcialmente. Esto se asocia a una vulnerabilidad media.
- c. No. Esto se asocia a una vulnerabilidad alta.

Talleres de vulnerabilidad territorial con enfoque sociocultural aplicados

En esta sección se presenta la caracterización de cada estudio de caso y los resultados de los talleres de vulnerabilidad sociocultural; los análisis presentados fueron el principal insumo para la organización del panel de expertos.

San Marcos (departamento de Sucre, región de La Mojana)

La Mojana es una ecorregión de especial importancia nacional, pues forma parte del complejo de humedales de la Depresión Momposina, una cuenca hidrográfica sedimentaria de 24.650 km² reguladora de los caudales de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge. Estos humedales cumplen la función de amortiguación de inundaciones, ya que permiten distribuir las cabezas de agua originadas por lluvias en las partes altas de la región andina, facilitando la decantación y acumulación de sedimentos, funciones de control indispensables para la costa Caribe (DNP y FAO, 2003).

Figura 15. Ubicación del municipio de San Marcos, departamento de Sucre



Fuente: Shadowxfox [2014].

Uno de los municipios que forma parte de esta región y fue escogido para realizar los talleres es San Marcos, ubicado al nOreste de Colombia, y al suroeste del departamento de Sucre en el Valle del San Jorge, entre los ríos San Jorge y Cauca. Este municipio es conocido como la entrada a la región de La Mojana y a su vez conforma la subregión San Jorge; se encuentra en un sector severamente afectado por fenómenos de inundación.

Las dos olas invernales más recientes han generado problemas de inundaciones en la región, produciendo daños socioeconómicos y variación en las condiciones ambientales; la ola invernal de 2005 causó el desbordamiento del río Cauca en los departamentos de Sucre, Bolívar, Córdoba y Antioquia, lo cual derivó en daños en el área cultivada de arroz, yuca, plátano, maíz, caña, cacao, patilla, entre otros (Conpes 3421).

Adicionalmente, el río Cauca desde octubre y hasta diciembre presentó niveles por encima de la cota de inundación, lo que hizo que permaneciera inundada el 31,6% del área total de esta región. Con el fenómeno de La Niña 2010-2011, a finales del 2010 se

generó un aumento de los cuerpos de agua en el 50,37% de su área total. Para el municipio de San Marcos cubrió un porcentaje de área igual a 50,2%, lo que corresponde a una extensión de 21.467,23 hectáreas del municipio, según reportes del IDEAM, el IGAC y el IDEAM (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2011).

Resultados de talleres de vulnerabilidad sociocultural aplicados en San Marcos

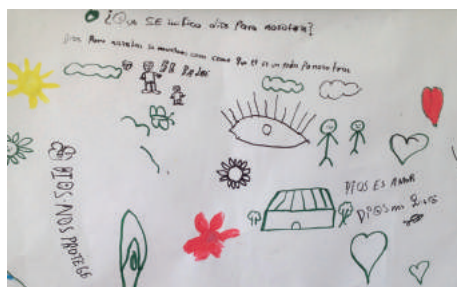
Para los talleres implementados en el territorio se presenta información sobre fecha, lugar, participantes, pregunta orientadora, persona encargada de moderar la actividad, la descripción y el análisis de los resultados; adicionalmente, en algunos casos se hace una propuesta de posibles indicadores socioculturales que se podrían implementar. Como se mencionó con anterioridad, esto se convirtió en el principal insumo para el panel de expertos.

Teniendo en cuenta la metodología planteada, cada uno de los talleres estaba diseñado con diferentes preguntas. De esta manera, se organizaron grupos en diversos espacios y en cada uno de ellos un integrante del proyecto de investigación sirvió como orientador. Cada uno realizó el análisis que se presenta a continuación.

Talleres de creencias y valores
Espacio 1
<p><i>Fecha:</i> 21 de septiembre de 2013, jornada de la mañana.</p> <p><i>Lugar:</i> Institución Educativa San José, Comunidad de San Marcos.</p> <p><i>Participantes:</i> seis niños de quinto de primaria.</p> <p><i>Orientadora:</i> Damaris Andrea Calvo López.</p> <p><i>Pregunta orientadora:</i> ¿qué papel juega Dios en su vida?</p>

Descripción y análisis: en la cartelera (figura 16) se describe la creación, por Dios, de la naturaleza, el sol, el agua y los animales (como los peces, las mariposas, las nubes y las flores); se ve en la parte superior un dibujo de un padre y su hijo haciendo alusión a que Dios es nuestro padre, que nos cuida y nos protege. Se ve un ojo enorme, que se refiere a que Dios siempre nos ve. Los corazones hacen referencia al amor de Dios; esto se ve también en las frases "Dios es amor" y "Dios nos quiere".

Figura 16. Papel de Dios en la vida (San Marcos, Sucre)



Fuente: autores.

Realizando un análisis de la actividad, se puede afirmar que los niños de la comunidad son católicos; al preguntarles sobre Dios, dijeron que es el creador de todo, de los animales, la naturaleza y las personas. Él los ve siempre y los cuida, Dios es amor para ellos.

Luego, al cuestionarlos sobre la influencia de Dios en las inundaciones, dijeron que él no tiene la culpa de que se inunde, la culpa es por las lluvias. Él los cuida de que nada malo mayor pase.

Estos resultados fueron procesados como parte del trabajo de grado de Calvo, Piñeros y Villegas (2013).

Espacio 2

Fecha: 23 de septiembre de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: Institución Educativa San José, Comunidad de San Marcos.

Participantes: doce estudiantes de grado once.

Orientador: Ramón Eduardo González Salazar.

Pregunta orientadora: ¿qué papel juega Dios en su vida?

Descripción y análisis: para los jóvenes de San Marcos, Dios es el ser más importante de su vida, ya que los protege, los ayuda en todo momento; la relación con Dios es intimista, basada en el interés individual de acompañamiento en todos los momentos de la vida. Las prácticas religiosas como la asistencia a los actos litúrgicos es el acceso a la vida sacramental, que los acerca a Dios.

Al analizar la actividad, se puede afirmar que es una población que aún no ha sido influenciada por corrientes seculares, que promueven en las jóvenes tendencias ateas o de otra índole. El Dios bondadoso que los protege de las inundaciones está presente, al igual que el Dios castigador; de ahí que la relación con Dios es providencialista, y se expresa sobre todo en Semana Santa y en las fiestas patronales.

Figura 17. Taller con los jóvenes (San Marcos, Sucre)



Fuente: autores.

Las decisiones personales y familiares están acompañadas por una relación amorosa con Dios, que siempre va a querer el bien y les mostrará el camino que se debe seguir.

Pregunta orientadora: ¿para qué sirve la religión?

Descripción y análisis: tienen una visión ecuménica de la religión; aunque predomina el cristianismo católico, buena parte de la población pertenece a otras iglesias cristiana. La religión les ayuda a ser buenas personas para la comunidad. El acompañamiento de los guías espirituales como los sacerdotes y los pastores les sirve para ser cada día mejores. Las iglesias son el sitio de reunión permanente de la sociedad, sirven para celebrar la vida y para ayudar a los demás

La religión es muy importante en situaciones de tragedia, porque las iglesias son muy solidarias con las personas víctimas de los desastres; les ayudan con alimentos, con ropa y hasta les dan hospedaje. No se percibe que las diferentes religiones existentes en San Marcos generen fraccionamiento de la sociedad; por el contrario, tienen muy claro los valores compartidos por todas las iglesias que siguen a Jesús.

Las iglesias son un actor social muy importante en la región, porque ellas son las encargadas de varias instituciones educativas y la formación en valores morales; cumplen una función social determinante en la cohesión de la sociedad en busca de intereses comunes.

Posibles indicadores para evaluar la vulnerabilidad social:

- a. ¿Las redes de apoyo que se pueden construir en el interior de las iglesias cristianas se constituyen en un factor de protección que puede propiciar procesos de resiliencia?
- b. ¿La presencia de Dios y de las iglesias cristianas cohesionan la población para que encuentre respuesta colectiva a los desastres naturales?
- c. ¿La solidaridad de las iglesias en los momentos de desastres naturales los fortalece y los hace más resilientes?
- d. ¿De qué manera incide la religión en el comportamiento de las personas frente a un desastre natural?

Las respuestas se enmarcan en alguna de las siguientes categorías:

- a. Providencialista (primera perspectiva asociado al determinismo): Dios es el señor del universo y maneja todo; entonces yo no tengo responsabilidades; la gente es pasiva. La vulnerabilidad es alta.
- b. Providencialista (segunda perspectiva ligada al concepto de gracia): me abandono en la gracia; por más que yo haga, no depende de mí; es una espera activa. La gente no es pasiva, es activa en la espera. La vulnerabilidad es media.
- c. Creadora y cocreadora (visión proactiva): frente a esto, el ser humano tiene que afrontar la situación para superarla; cocreadora que te incumbe a ti ser corresponsable en las cosas con Dios. La vulnerabilidad es baja.

Espacio 3

Fecha: 21 de septiembre de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: Institución Educativa San José, Comunidad de San Marcos.

Participantes: seis niños de quinto de primaria.

Orientador: Víctor Naynn Piñeros Cuervo.

Pregunta orientadora: ¿cuáles son los dichos populares que más les sirven para vivir?

Descripción y análisis: en la cartelera (figura 18) se escribe el dicho popular “hijos que no cogen consejos no llegan a viejos”, y el dibujo representa a la madre dándole un consejo a su hijo para que le sirva en su vida y pueda llegar en buenas condiciones a una edad mayor.

Respecto al análisis, se puede afirmar que los niños de estas edades tienen un respeto muy alto a las personas mayores y le dan importancia a lo que ellos digan. Estos respondieron nombrando varios dichos y los relacionaron con la vida cotidiana; allí hacen evidente la relación entre los niños y los adultos con los que conviven.

- Más vale tarde que nunca: la gente lo aplica para vivir con paciencia. Alguien día se llevará a cabo lo que uno espera. En una tragedia puede significar que la ayuda viene en algún momento.
- El que madruga Dios le ayuda: el que madruga a hacer las cosas, le va mejor.
- El que persevera alcanza: es un dicho popular y en una tragedia puede servir para que la gente pueda recuperar lo que tenía antes.
- Hijos que no cogen consejos no llegan a viejos: para ellos hay un gran respeto hacia lo que los demás afirman basados en su experiencia.

Figura 18. Dichos populares (San Marcos, Sucre)



Fuente: autores.

Espacio 4

Fecha: 21 de septiembre de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: Institución Educativa San José, Comunidad de San Marcos.

Participantes: seis niños de quinto de primaria.

Orientador: Víctor Naynn Piñeros Cuervo.

Pregunta orientadora: ¿cuáles son los dichos populares que más les sirven para vivir?

Descripción y análisis: en la cartelera (figura 19) se muestra literalmente el dicho popular “soldado advertido no muere en guerra”; también un ejemplo de un niño recibiendo consejo de su madre.

Al hacer un análisis de esta actividad, se puede afirmar que los dichos populares dan a la comunidad una forma de ver la realidad subjetivamente y darle consejos a los demás. En el marco de la gestión del riesgo, la comunidad recibe consejos frente a cómo comportarse en los posibles desastres que puedan suceder en su región.

En este caso, “soldado advertido no muere en guerra” significa, para ellos, que cuando se advierte a alguien y toma la advertencia como cierta, no le pasa nada malo.

Posible indicador para evaluar la vulnerabilidad social: ¿qué tan receptivas son las personas a recibir información sobre atención de desastres y gestión del riesgo?

Estos resultados fueron procesados como parte del trabajo de grado de Calvo, Piñeros y Villegas (2013).

Figura 19. Dichos populares (San Marcos, Sucre)



Fuente: autores.

Espacio 5

Fecha: 21 de septiembre de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: Institución Educativa San José, Comunidad de San Marcos.

Participantes: cuatro niños de quinto de primaria.

Orientadora: Damaris Andrea Calvo López.

Pauta orientadora: defina y clasifique la importancia de los siguientes valores morales: solidaridad, tolerancia, compromiso, lo público, responsabilidad y fortaleza.

Descripción y análisis: en la cartelera (figura 20) ilustraron actos representativos de cada uno de los valores morales; estos se describirán a continuación:

- Tolerancia:** es tolerar a los demás y ser tolerante. Ejemplo: un señor le riega el jugo a una señora y la señora no le dice groserías, no le responde y le dice que tranquilo, que lo disculpa.
- Solidaridad:** es ayudar a los demás. Ejemplo: a un señor se le cae un libro y se lo ayudan a recoger.
- Respeto:** es respetar a los compañeros, profesores, padres y todos los seres humanos. Ejemplo: si los papas los regañan, no contestar y toca mostrar respeto.
- Responsabilidad:** es hacer todo lo que nos piden. Ejemplo: si el profesor pide hacer la tarea, debo hacerla cumplidamente.
- Amor:** los participantes estuvieron de acuerdo en que el amor es el valor más importante, porque influye en todas las cosas de la vida.

Respecto al análisis, se puede afirmar que la comunidad es bastante unida, con un gran sentido de pertenencia por el medioambiente y por su municipio. Demostraron tener un espíritu fuerte contra las adversidades y paciente; esto se hizo evidente al no irse durante las inundaciones de sus hogares y esperar a que se fuera el agua.

Estos resultados fueron procesados como parte del trabajo de grado de Calvo, Piñeros y Villegas (2013).

Figura 20. Valores morales (San Marcos, Sucre)



Fuente: autores.

Espacio 6

Fecha: 23 de septiembre de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: Institución Educativa San José, Comunidad de San Marcos.

Participantes: estudiantes de grado once.

Orientadora: Damaris Andrea Calvo López.

Pauta orientadora: defina y clasifique la importancia de los siguientes valores morales: solidaridad, tolerancia, compromiso, lo público, responsabilidad y fortaleza.

Descripción y análisis: en la cartelera (figura 21) ilustraron actos representativos a cada uno de los valores morales de los que se les cuestionó; estos se describirán a continuación:

- Tolerancia: es resolver los conflictos sin irrespetar a la otra persona y dialogando.
- Solidaridad: es ser solidario con las demás personas que conviven y más aún si están pasando alguna calamidad.
- Respeto: es respetarse mutuamente, no ofenderse y tratarse de la mejor forma posible.

Respecto al análisis, se puede afirmar que al cuestionarles acerca de la aplicación de los valores morales durante la inundación, respondieron que el valor que más aplicaron era el de solidaridad, al ayudar a las demás familias a sacar sus cosas del agua, recolectar alimentos, cocinar juntos y movilizar a las personas que no podían; aunque esto solo se dio al comienzo de la inundación, después cada familia se fue acoplando a la situación y manejando sus dificultades de manera autónoma.

Estos resultados fueron procesados como parte del trabajo de grado de Calvo, Piñeros y Villegas (2013).

Figura 21. Valores morales [San Marcos, Sucre]



Fuente: autores.

Espacio 7

Fecha: 21 de septiembre de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: Institución Educativa San José, Comunidad de San Marcos.

Participantes: seis niños de quinto de primaria.

Orientador: Hugo Armando Rico.

Pregunta orientadora: ¿cuál ha sido el problema más relevante que han tenido en los últimos años y qué hicieron para solucionarlo?

Descripción y análisis: el problema más relevante que describe la comunidad en los últimos años es el de la inundación del fenómeno de La Niña 2010-2011; a pesar de que los niños no perciben la inundación como un problema para la comunidad, sí visualizan casos particulares de desalojo de personas, los daños de las lluvias a las viviendas, árboles secos, etc., (figura 22) y describen una zona en particular cerca al colegio donde ciertas casas tuvieron que ser desalojadas. Los niños por sí solos no hicieron una descripción elocuente y empezaron a plasmar sus impresiones después de que sus profesores les orientaron.

Figura 22. Dibujo de los niños de primaria referente a la pregunta orientadora



Fuente: autores.

Talleres de redes sociales e identidad**Espacio 8**

Fecha: 21 de septiembre de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: Institución Educativa San José, Comunidad de San Marcos.

Participantes: estudiantes de quinto de primaria.

Orientadora: Paula Andrea Villegas González.

Pauta orientadora: dibujar el mapa físico de la región y en él ubicar los sitios más significativos; además, discutir cuáles son los actores sociales que están en el territorio, tratando de manifestar algunas características de ellos e intentar ubicarlos en el mapa.

Descripción y análisis: en el mapa de San Marcos (figura 23) se identificaron los siguientes sitios: La ciénaga; San José, que es el barrio del colegio; el puente sobre el río (zona ganadera); la zona recreacional de Palo Alto; la iglesia; el parque de las Piernas Negras; la iglesia; Olímpica; la Alcaldía; el mercado; el centro; el caserío El Limón; el caserío Cayo de La Cruz; el barrio los Tres Chorros; San Rafael II; el río San Jorge y la ciénaga, que conectan Palo Alto.

Respecto a los actores (figura 24), los más representativos para ellos son: Juan Piña, el alcalde; la doctora Amparo y el doctor Alfaro; la señora Delia; el profesor Lionido; el profesor Manchago; Astrid Moreno; el profesor de inglés; los futbolistas; los empresarios; el sacerdote, y Félix, el político anestesiólogo.

En términos de redes sociales, es evidente que los profesores ejercen un importante liderazgo en los niños del colegio y, por lo tanto, actúan como orientadores de las acciones de estos. No se evidencian actores que apoyen la gestión del riesgo en el territorio, y solamente desde el punto de vista público se identifica la alcaldía. La única organización que se observa es la del colegio, teniendo en cuenta los actores mencionados.

El agua es un recurso fundamental del espacio de San Marcos, y los lugares donde ella está son reconocidos como sitios de recreación y esparcimiento; asimismo, la comunidad se reúne generalmente los fines de semana o al terminar las clases en las zonas limítrofes entre tierra y agua.

Figura 23. Mapa de San Marcos



Fuente: autores.

Figura 24. Los actores representativos de San Marcos



Fuente: autores.

Posibles indicadores para evaluar la vulnerabilidad social:

- a. ¿Los profesores de los colegios reciben capacitaciones para la atención de riesgo en la comunidad? Sí/no. Esto podría evidenciar la orientación de la red de la comunidad académica en los colegios, dado el importante liderazgo que estos ejercen.

- b. ¿Los colegios son estructuras que están preparadas para proteger a la población de los fenómenos naturales que pueden ocurrir en la zona de estudio, en este caso inundaciones? Sí/no.

Espacio 9

Fecha: 23 de septiembre de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: Institución Educativa San José, Comunidad de San Marcos.

Participantes: estudiantes grado once.

Orientadora: Paula Andrea Villegas González.

Pauta orientadora: dibujar el mapa físico de la región y en él ubicar los sitios más significativos; además, discutir cuáles son los actores sociales que están en el territorio, tratando de manifestar algunas características de ellos e intentar ubicarlos en el mapa.

Descripción: los participantes identificaron en el mapa el colegio, el hospital, el parque de las Piernas Negras, el banco, la iglesia, la gasolinera, el centro, una zona llamada la Punta de los Patos, el estadio, el centro de salud, Olímpica, el polideportivo, el puente y la ciénaga de San Marcos (figura 25).

Figura 25. Mapa de San Marcos



Fuente: autores.

Respecto a los actores representativos, identificaron a los papás, los compañeros, la señora Amparo, el profe Orlando, Yudi del Socorro, y afirmaron ser ricos en todo (figura 26).

En términos de redes sociales, los estudiantes no reconocen como parte importante de la comunidad las instituciones de servicio público como la alcaldía; sin duda, identifican el agua como un componente fundamental del territorio, que además es sinónimo de recreación. En la imagen no se identifican entidades que se encuentren a cargo del manejo del riesgo, como bomberos o Cruz Roja; aparece solo el centro de salud. En términos de espacios de encuentro de las personas, los niños identifican principalmente las zonas de recreación como centros deportivos, parques y zonas limítrofes con la ciénaga.

Posible indicador para evaluar la vulnerabilidad social: ¿los sitios de recreación de la comunidad tienen planes de evacuación programados durante los periodos de amenaza por inundación? Sí/no. Esto podría evidenciar el fortalecimiento social, la organización y la unión de las personas, en los sitios que pueden ser vulnerables durante una inundación.

Figura 26. Los actores sociales más representativos de la comunidad de San Marcos



Fuente: autores.

Espacio 10

Fecha: 21 de septiembre de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: Institución Educativa San José, Comunidad de San Marcos.

Participantes: estudiantes grado once.

Orientador: Hugo Armando Rico.

Pregunta/pauta orientadora: enuncie los sueños compartidos, ¿cómo se ven hacia futuro como comunidad?

Descripción y análisis: los jóvenes de último año visualizan el futuro de San Marcos como una gran metrópoli con grandes vías, semáforos, parques, edificios y demás elementos propios de las grandes ciudades; cabe destacar la conciencia

ambiental de estos jóvenes, ya que se ve plasmado en sus dibujos, cuando ilustran depósitos de basuras en los parques (figura 27); fue iniciativa de ellos dejarlo en el dibujo. Ellos dibujan un dique o malecón a lo largo de la frontera del municipio, como parte del anhelo que tienen para ver su municipio como destino turístico.

Figura 27. Dibujos de los jóvenes de grado once referente a la pregunta orientadora



Fuente: autores.

Espacio 11

Fecha: 21 de septiembre de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: Institución Educativa San José, Comunidad de San Marcos.

Participantes: estudiantes de quinto de primaria.

Orientadores: Nelson Obregón Neira y Paula Andrea Villegas González.

Pregunta orientadora: ¿qué significa el agua en la vida de la comunidad?

Descripción y análisis: los grupos hicieron cuatro carteleras donde explicaron la importancia del agua en la comunidad a través de los siguientes mensajes:

- El agua es amor.
- Sin el agua no se puede vivir.
- El agua es salud.
- El agua es vida.

En las figuras 28 y 29 se puede observar el agua en forma de lluvia, superficial en las ciénagas, su relación con la naturaleza y los seres humanos; allí se observan los niños jugando, un cielo lleno de aves, el arcoíris, los pescadores en sus canoas, el sol y muchos corazones.

Figura 28. Carteleras: sin el agua no se puede vivir y el agua es salud



Fuente: autores.

Sin duda, el agua es sinónimo de amor entre las personas y de las relaciones armónicas de la naturaleza. Es una fuente de vida y sirve para la alimentación de la comunidad. Los niños llevan a cabo actividades recreativas en zonas donde hay agua. Claramente, el agua es sinónimo de alegría y unión.

Posible indicador para evaluar la vulnerabilidad social: personas que se enferman anualmente en las temporadas de inundación por el inadecuado manejo de las aguas. Número de personas enfermas reportadas en los hospitales. Este sería un indicador para zonas que se vean periódicamente enfrentadas a riesgos por inundación y otro tipo de amenaza.

Figura 29. Carteleras: el agua es amor y el agua es vida



Fuente: autores.

Espacio 12

Fecha: 23 de septiembre de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: Institución Educativa San José, Comunidad de San Marcos.

Participantes: estudiantes grado once.

Orientadora: Paula Andrea Villegas González.

Pregunta orientadora: ¿qué significa el agua en la vida de la comunidad?

Descripción: el agua significa vida y salud. En la figura 30 se muestra cómo el agua es un recurso fundamental para la pesca, la subsistencia de los animales, la vegetación y las personas. “Salud y vida cuando se tiene sed. El agua da fuerza porque da vida y da mucha naturaleza” (palabras de los estudiantes).

Figura 30. El agua es vida y salud (San Marcos, Sucre)



Fuente: autores.

Respecto al análisis en términos de redes sociales, se puede afirmar que el agua para la comunidad es un eje que articula personas, animales, plantas, viviendas y objetos como canoas. Evidentemente, este es uno de los principales escenarios de convivencia de las personas y es esencial para su calidad de vida.

Descripción de la problemática de las inundaciones por la comunidad:

- Abundante lluvia. Pero ahora se generan más dificultades por la tala de árboles. Anteriormente se encontraba mucho sábalo, pero se ha ido perdiendo. Hoy las aguas no tienen por donde correr.
- Ellos consideran que hay que crear una ley donde se expropien los terrenos que están a un metro a la derecha y un metro a la izquierda de los ríos. Es importante exportar frutos.

- La Mojana siempre ha sido una región pesquera y agrícola. Hace veinte años la quieren para ganadería; actualmente hay búfalos y desplazan las especies nativas de la región; la reserva agrícola es ganadera.
- Nosotros hemos invadido su espacio y estamos atravesando La Mojana con una carretera en una zona que es humedal.
- El bocachico no se cría.
- Anteriormente se daba maíz, plátano, sorgo; ahora existen los llamados desiertos verdes.
- La finca San Antonio es ganadera y tiene grandes extensiones de tierra, donde, con la ayuda de tecnología, se procesan los pastos. Generan ganadería extensiva. El pasto lo echan en unos canales. Con los canales acaban los arroyos.
- Se identifican malos proyectos de reforestación.
- La palma africana está acabando con los ecosistemas.
- Las ideas las conoce Corpomojana, los gobiernos, pero los dueños de las fincas son los que están acabando con la tierra.
- Actualmente hay problemas de contaminación por el mal uso de los suelos para explotación.
- Se está usando la gallinaza (heces de los animales) como fertilizante, y esto se hace sin autorización. El olor es nefasto para la salud.
- El pH de la ciénaga de Belén está subiendo.
- La minería en Nechí y Cauca están generando problemas por la explotación de mercurio. La apertura de Santa Anita trae sedimentos con mercurio. Los sedimentos cada vez son mayores; se reconocen más de 20 cm de capa de sedimentos.
- Los jóvenes hacen poco, dado el poder de los terratenientes; actualmente se dedican al apoyo de actividades escolares y campañas con la población.
- Anteriormente cualquiera pescaba con anzuelo, trasmallo y atarraya; ahora sacan bolsas.
- Existen políticas, pero no se están aplicando.
- Los grandes cultivos son los que tienen la plata.
- Las aves se han ido.
- Hay problemas de alcantarillado, se han presentado planes, pero todo queda en palabras.
- Las obras civiles tienen un bajo porcentaje de ejecución; hay una evidente demora de parte de los gobiernos municipal, departamental y nacional.
- Los tambos son el refugio de algunas personas durante la inundación.
- Las personas conviven con los mosquitos y hongos en las inundaciones.
- La casa es fundamental para la educación.

- La idea debe ser nacional: liderar un proyecto de ley de expropiación para reforestar las zonas de ríos y canales.
- Las madres afirman que las calles no sirven y el barrio se pone muy maluco. Les toca subir las camas en bloques.
- Las enfermedades que se ven durante la inundación son dengue, culebras, parasitosis y enfermedades de la piel. En los embarazos se aumenta la preeclampsia, infecciones y varicela. El agua estancada se convierte en una mar de bacterias.
- Cuando hay inundación, las comunidades se unen para cocinar. Han tenido ayuda de Colombia Humanitaria.
- La gente ha conservado la cultura Zenú porque todavía se adapta.
- Ahora no saben cuándo va a llover, antes sí. Ahora se espera el invierno con agonía, antes con armonía. Ahora necesitamos agua para vivir.
- La sequía los tiene en problemas.
- Los Zenúes utilizaban lo que necesitaban, los campesinos no cuidan.
- Antes había mayor abundancia de peces: barbulito, comelón, que lo dejaban morir.
- Nuestros campesinos no están cuidando los ecosistemas.

¿Cuáles son los sueños de la comunidad?:

- Educación, cultura, no dejar perder lo autóctono. Recoger las costumbres. Adaptación: tambos, paratíficas, como Venecia, como góndolas.
- Planes de contingencia: cómo hacer frente a todos los problemas.
- Generar canales que garanticen la fluidez del agua y conciencia ambiental.
- La Mojana, desarrollada con unión y fuerza.
- Las personas valoren lo que tienen. Desarrollo sostenible.
- Pujante progreso, conciencia de la naturaleza, proponerla como una reserva natural en el ámbito mundial.
- Saber de dónde venimos, de dónde somos. La comunidad.
- Con una conciencia alta, esperamos que otros hagan y cada uno es capaz.
- Se da el dragado de los ríos.
- Potencialmente más rica en fertilidad.
- Canalización.
- Sea próspera sin tanta inundación.
- Que no haya tanto barro.
- Realidad. Mandado de Dios.
- Riqueza de fauna y agricultura sin ambición.
- Cambio de mentalidad positiva. Desarrollo, progreso.

- Agua limpia.
- Próspera en ganadería y agricultura.
- Zona de reserva natural y agrícola.
- Turismo, ecoturismo y etnoturismo. 104 especies de animales, 66 de aves.
- Índices de desarrollo humano.
- Éxito.
- Prosperidad.

Espacio 13

Fecha: 21 de septiembre de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: Institución Educativa San José, Comunidad de San Marcos.

Participantes: seis estudiantes de quinto de primaria.

Orientadora: Damaris Andrea Calvo López.

Pregunta orientadora: ¿cuáles son los principales orgullos que ustedes tienen?, ¿cuáles son las deficiencias que tienen como comunidad?

Descripción y análisis. La cartelera se divide en dos partes (figura 31): lo que les gusta y lo que no les gusta. Lo que más les gusta de su municipio es la naturaleza, los árboles y sus frutos, el cielo y los paisajes; pero, curiosamente, no les gusta la ciénaga, porque los inunda. Les gusta mucho la comida de la zona y la gente, que toda es muy amable y bonita. Les gusta el ambiente en el que viven, que es de mucha armonía, además de las fiestas y su colegio.

Figura 31. Orgullos y deficiencias de la comunidad de San Marcos



Fuente: autores.

No les gusta la alta temperatura del ambiente y que se inunde; además expresaron que el primero en inundarse siempre es su colegio, como se ve en la imagen, y no entienden por qué no lo han terminado de adecuar para que cuando se inunde no se tengan que ir de allí.

Respecto al análisis en términos de redes sociales e identidad, los niños sienten un gran aprecio por su colegio, sus hogares y su municipio; no sienten desprecio de ninguna manera por el agua, ni siquiera cuando se les “mete” a las casas, les incomoda; pero como en su entorno están acostumbrados a convivir con ella, les es fácil adecuarse. Sin embargo, no entienden la magnitud del suceso. Expresaron que no desean irse de sus hogares y de su bello municipio.

Estos resultados fueron procesados como parte del trabajo de grado de Calvo, Piñeros y Villegas (2013).

Espacio 14

Fecha: 21 de septiembre de 2013, jornada de la mañana.

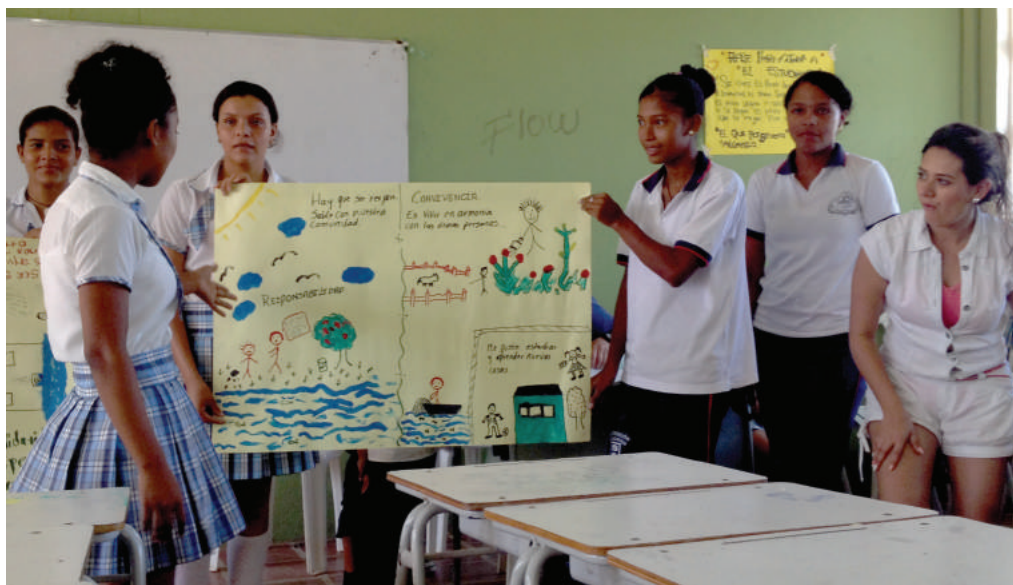
Lugar: Institución Educativa San José, Comunidad de San Marcos.

Participantes: seis estudiantes de quinto de primaria.

Orientadora: Damaris Andrea Calvo López.

Pregunta/pauta orientadora: enuncie los sueños compartidos, ¿cómo se ven hacia futuro como comunidad?

Figura 32. Sueños compartidos (San Marcos, Sucre)



Fuente: autores.

Descripción y análisis: en la cartelera (figura 32) dibujaron cómo desean ver su comunidad en el futuro; quieren que su comunidad sea más responsable con el medioambiente, priorizando su trato con el agua, al ser este su recurso más cercano, que se ve en el dibujo en el que un hombre no permite que otro arroje basuras al agua. Desean vivir en armonía con las demás personas y tener una mejor educación conservando sus costumbres como la pesca.

Respecto al análisis en términos de redes sociales e identidad, se puede afirmar que la comunidad sueña con ser más próspera y armoniosa, teniendo una mejor educación y una mejor economía local, con pesca y cultivos responsables con el medioambiente y con el bienestar de toda la población. Desean poner muros que los separen de la ciénaga y de sus aguas en las inundaciones, tener un buen alcantarillado y calles pavimentadas.

Estos resultados fueron procesados como parte del trabajo de grado de Calvo, Piñeros y Villegas (2013).

Espacio 15

Fecha: 23 de septiembre de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: Institución Educativa San José, Comunidad de San Marcos.

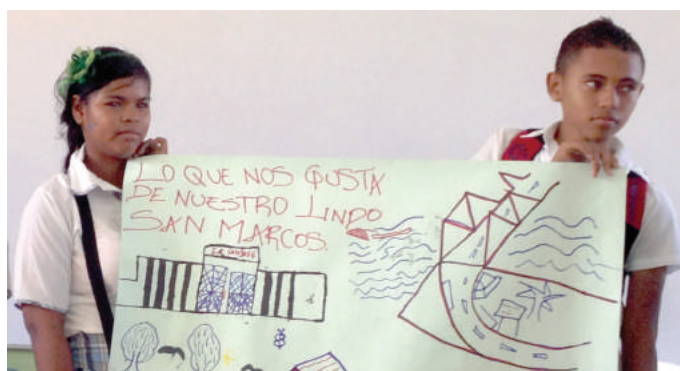
Participantes: estudiantes grado once.

Orientadora: Damaris Andrea Calvo López.

Pregunta orientadora: ¿cuáles son los principales orgullos que ustedes tienen?

Descripción y análisis: los muchachos se refirieron en cuanto a sus gustos y orgullos de San Marcos, sobre todo a la naturaleza y a la diversidad de aves que tiene la zona (figura 33). Un lugar representativo de ellos es la zona de “palo alto”, ya que en este lugar hay una entrada de la ciénaga y se reúnen para pasar un rato ameno en el agua, aunque la mayoría de ellos no saben nadar.

Figura 33. Orgullos de la comunidad de San Marcos



Fuente: autores.

Se refirieron también al cariño que sienten por la Institución Educativa San José, que es en la que ellos asisten a clase; pero también narraron los problemas que tienen cuando se da la inundación, pues su institución, al estar tan cerca de la ciénaga, se inunda hasta el techo; en ocasiones se han perdido tejas y les ha tocado trasladarse a otros lugares para poder tomar sus clases (figura 34). Aunque se han construido salones elevados del suelo para salvaguardarse de esta situación, estos se encuentran en mal estado, no tienen el mantenimiento adecuado, además de que las conexiones hidráulicas no se encuentran instaladas.

Sienten gran aprecio por los pescadores de la zona, pues dicen que ellos “son personas honradas y nos proveen del más delicioso pescado del mundo”; también son grandes admiradores de la actividad deportiva del municipio, pues existen torneos de fútbol constantemente y eso los hace muy felices.

Figura 34. Nuevas instalaciones en mal estado, Institución Educativa San José



Fuente: autores.

Pregunta orientadora: ¿cuáles son las deficiencias que tienen como comunidad?

Descripción y análisis: no les gusta del municipio los incendios forestales causados por la quema de basuras que perjudican el medioambiente que los rodea. No hay un sistema global de alcantarillado para todo San Marcos, y el poco que existe genera contaminación, pues no tiene el trato adecuado (figura 35).

Tampoco les gusta la contaminación en toda la zona generada por las basuras. Se refirieron también al mal estado en el que se encuentran las calles, los parques y en general toda la zona pública; la falta de iluminación los afecta en las noches porque genera inseguridad. Además, están bastante decepcionados por los proyectos que no cumplen y que podrían mejorar su calidad de vida, como la adecuación de su colegio, que aún no se ha terminado y está en mal estado.

Respecto al análisis en términos de redes sociales e identidad, se puede afirmar que sienten gran sentido de pertenencia por la ciénaga que los rodea, porque representa gran parte de su identidad; la mayoría de actividades que realizan están relacionadas con el agua y desean tener un mayor provecho de ella.

Figura 35. Deficiencias de la comunidad



Fuente: autores.

Estos resultados fueron procesados como parte del trabajo de grado de Calvo, Piñeros y Villegas (2013).

Manatí, sur del Atlántico

Manatí es una población fundada en 1639 por Diego Rebolledo, elevada a municipio en 1855. El municipio (figura 36) se encuentra en una zona cercana al embalse del Guájaro y el Canal del Dique.

Fueron tres barrios¹⁰ los que desaparecieron por completo y serán reubicados con la construcción de 1550 viviendas en la parte alta del municipio; el rompimiento del dique se generó a 25 km de Manatí, desapareciendo todo el cono sur. En el momento del rompimiento, los habitantes no esperaban que el agua tomara tanta velocidad y no entendían la magnitud del desastre.

Las primeras ayudas que llegaron fueron de los familiares de Manatí que se encontraban fuera del país y quienes gestionaron, por ejemplo, en Estados Unidos, recolección de mercados para los habitantes; al mismo tiempo, la Cruz Roja y Colombia Humanitaria estuvieron presentes todo el tiempo que duró la inundación, y la iglesia entregaba mercados y ayudas a través de la pastoral social.

¹⁰ Tío Molina, La Floresta y Villa Felicidad.

Figura 36. Localización del municipio de Manatí, sur del Atlántico



Fuente: Alcaldía de Manatí [s.f].

En la figura 37 se pueden observar las áreas afectadas divididas por las áreas de reubicación y las áreas de mejoramiento; también se observa la posible solución al problema: un muro de contención para mitigar los efectos de la inundación.

Figura 37. Mapa de Manatí con zonas de reubicación y mejoramiento



Fuente: Alcaldía de Manatí y Google Earth.

La población del barrio visitado tiene como actividades económicas la pesca, la agricultura y la ganadera; en los últimos años la industria lechera se ha visto afectada por las inundaciones de 2010. Las grandes extensiones de cultivos agrícolas, que era el sustento diario, se afectaron y el restablecimiento de la tierra aún no se ha dado. La industria lechera, que generaba 700 empleos para la comunidad, ya no existe.

Figura 38. Parque de la comunidad



Fuente: autores.

El agua es un referente permanente en la vida de la comunidad; la existencia de las ciénagas impidió durante mucho tiempo la diversidad agrícola, pero con la política de rellenos esta fue aumentando, alternándose con la pesca y la ganadería. La mayoría de la población se ubica en la zona urbana; la cercanía del Canal del Dique favorece la productividad económica de los habitantes. La zona rural es la parte suroriental de su territorio, entre el embalse del Guájaro y el Canal del Dique, que favorece la actividad pesquera y agrícola. Las Compuertas es la vereda más importante, pues allí se desarrolla una fuerte actividad pesquera; se encuentra ubicada aproximadamente a 12 km de la cabecera municipal y tiene una población aproximada de 700 habitantes.

Respecto a la inundación, el canal abrió un boquete en la carretera que va desde el Puente de Calamar, Bolívar, hasta Santa Lucía, causando estragos en los municipios de Campo de la Cruz, Repelón y Candelaria, Manatí, Suan, Ponedera, al sur del Atlántico. El boquete de Santa Lucía tenía una longitud de cuatro metros y de un momento a otros subió a 200.

Lo vivido para muchos pobladores es la repetición de 1984, cuando el Canal del Dique se desbordó y ocasionó la pérdida de todas las pertenencias, los animales y su actividad económica; esta inundación cobró la vida de dos personas: uno murió ahogado mientras se dedicaba al pastoreo y el otro era un anciano de 90 años que sufrió un ataque al corazón mientras huía de las inundaciones.

La inundación generó el éxodo de los habitantes del barrio Bajos y de los corregimientos de Compuertas y el Limón; en carros, motos y mula, las personas cargaban sus pertenencias a la Normal Superior y a la Escuela San Luis Beltrán, que fueron habilitados como albergues por la alcaldía; también los que tienen ganado lo llevaron a las tierras altas para evitar que se ahogaran.

La solidaridad es un aspecto por resaltar: a pesar de la angustia y el desespero que generó la inundación, todas las personas abrieron las casas para recibir a los familiares y vecinos más afectados; muchos construyeron cambuches para hospedar a los damnificados.

Figura 39. Vista del canal del Dique



Fuente: autores.

Se creó el comité central de damnificados de Manatí, para orientación y canalización que las ayudas recibidas se distribuyeran de manera equitativa entre la población inundada. Aunque es una zona de alto riesgo, la poca preparación de los habitantes produjo inestabilidad emocional, mostrando desde luego la impotencia por no saber qué hacer para tal evento trágico. Esto indica la ausencia de un plan de contingencia y de gestión del riesgo en la población. Es importante resaltar la capacidad de adaptación de la comunidad ante esta situación.

Figura 40. Familias viviendo a la orilla del canal



Fuente: autores.

Es una población que cuenta con liderazgos individuales que contribuyen a generar cohesión social en medio de la tragedia. La población sigue esperanzada en las ayudas nacionales y departamentales para recuperar su actividad económica y social; al mismo tiempo, consideran al Estado ilegítimo, ya que no da respuestas a las necesidades inmediatas.

Esta sección de caracterización formó parte del trabajo de grado de López, Álvarez y Villegas (2013).

Resultados de los talleres de vulnerabilidad sociocultural aplicados en Manatí

Talleres de creencias y valores
Espacio 1
<p><i>Fecha:</i> 28 de abril de 2013, jornada de la mañana.</p> <p><i>Lugar:</i> comunidad de Manatí.</p> <p><i>Participantes:</i> diez personas.</p> <p><i>Orientador:</i> Alfonso Mariano Ramos Cañón.</p> <p><i>Pregunta orientadora:</i> ¿cuáles son los dichos populares que más usan en la cotidianidad?</p>

Figura 41. Dichos populares de Manatí



Fuente: autores.

Descripción y análisis: inicialmente, no se generan muchas ideas alrededor de la pregunta orientadora de este taller; sin embargo, después de algunos minutos de charla, los participantes empezaron a recordar algunas ideas que han escuchado repetidamente, especialmente los niños del grupo. Al final, las personas mayores del grupo empezaron a hacer aportes a la actividad y establecieron los “dichos populares” que son muy usados en la comunidad y son propios de la región:

- Donde manda capitán no manda marinero.
- Al que madruga Dios le ayuda.
- Del dicho al hecho hay mucho trecho.
- Arriba está el que nos ve y abajo el que nos va a joder.
- Las palabras tienen poder.

Espacio 2

Fecha: 28 de abril de 2013, jornada de la mañana.

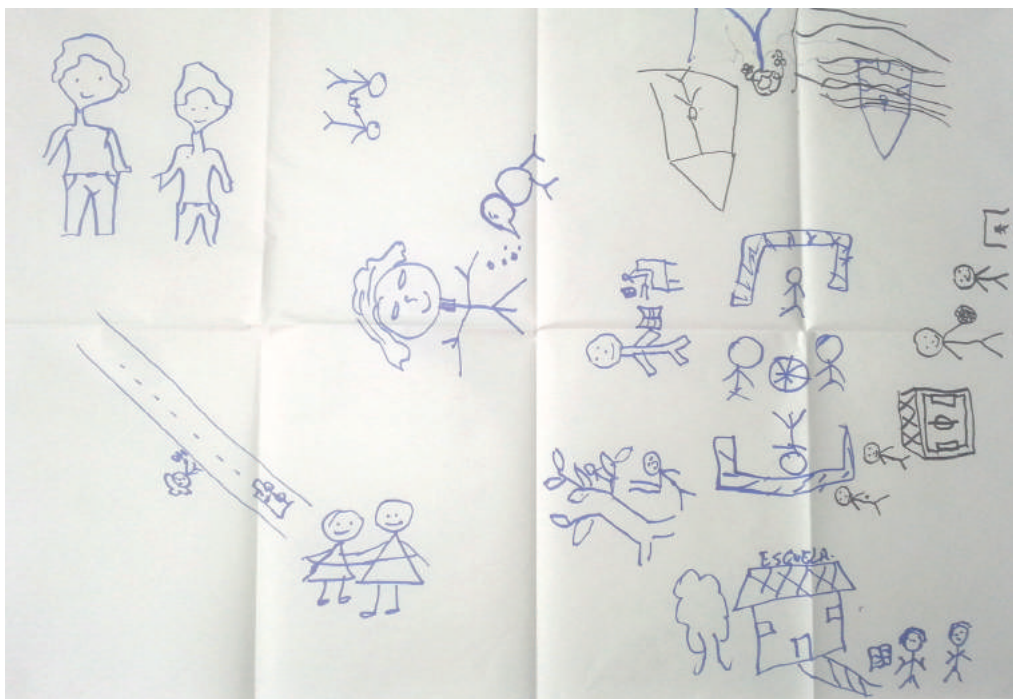
Lugar: comunidad de Manatí.

Participantes: diez personas.

Orientador: Hugo Armando Rico.

Pauta orientadora: defina solidaridad.

Figura 42. Definición de solidaridad en la comunidad de Manatí



Fuente: autores.

Descripción y análisis: la definición de solidaridad la asocia la comunidad a ayudar a los demás; en la cartelera (figura 42) se puede observar que dibujan siempre de a dos personas. El tema de solidaridad lo asocian a brindar asistencia y ayuda. En el contexto de la inundación describieron la solidaridad con la asistencia a familiares y amigos que mayormente fueron afectados.

Espacio 3

Fecha: 28 de abril de 2013, jornada de la mañana.

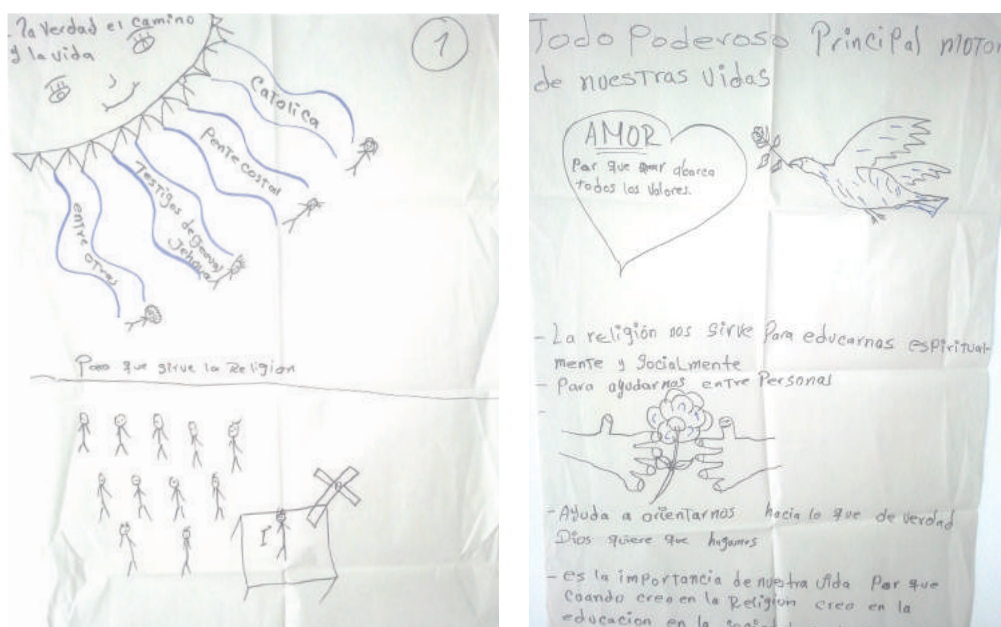
Lugar: comunidad de Manatí.

Participantes: diez personas.

Orientador: Fabio Andres López Jácome.

Pregunta orientadora: ¿qué papel juega Dios en su vida?, ¿para qué sirve la religión?

Figura 43. Papel de Dios en la vida y utilidad de la religión en la comunidad de Manatí



Fuente: autores.

Descripción y análisis: como era de esperar, las comunidades pequeñas aún son muy católicas, teniendo toda su fe en Dios; por esto, en esta actividad se vio reflejado la devoción que ellos sienten por una entidad divina como lo es Dios. También manifiestan el conocimiento que tienen acerca de la religión, basándose en las tradiciones culturales que se han venido pasando de generación en generación. Al hablar con los habitantes se puede concluir que para ellos las cosas no pasan porque sí, sino que las cosas pasan porque ellos se portan mal y Dios trata de darles una lección; pero sobre todas las cosas está primero en ellos, por eso lo toman como base de todo el amor y de todas las cosas que hacen en su vida cotidiana.

En la figura 44 se muestra cómo para los habitantes Dios es representado como un ser superior y principal motivo de la vida. En términos de creencias y valores se puede afirmar que la comunidad está más que de acuerdo con que para ellos lo más importante es el dar gracias a Dios, por cuanto es el que les da vida y vela

por ellos, aunque nunca se le pida algo, según se expresa en los relatos. De ahí que la religión cumpla un papel importante en las comunidades y, por ende, sea muy conocida por ellos.

Posible indicador para evaluar la vulnerabilidad social: ¿es posible que la religión cambie el modo de pensar de una persona?

Estos resultados fueron procesados como parte del trabajo de grado de López, Álvarez y Villegas (2013).

Espacio 4

Fecha: 28 de abril de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: comunidad de Manatí.

Participantes: diez personas.

Orientador: Damaris Andrea Calvo López.

Pregunta orientadora: ¿cuál ha sido el problema más relevante que ha tenido la comunidad en los últimos cinco años y qué hicieron para solucionarlo?

Descripción y análisis: la comunidad está de acuerdo con que el problema más relevante que ha tenido en el municipio de Manatí en los últimos cinco años fue la inundación que inició el 29 de noviembre del 2010 y afectó al 70% del municipio. Las familias perjudicadas corrían por las calles para salvar lo poco que les quedaba; los campesinos y ganaderos perdieron todo; las familias fueron albergadas en las instituciones educativas del municipio, en el polideportivo y en partes altas.

Fueron tantos los problemas que trajo consigo la inundación que todavía después de dos años y medio no han podido ver la recuperación del municipio; después de tantas ayudas que recibieron en el primer año, en este momento de sienten olvidados y desamparados por parte del Estado.

En la figura 44 se describe el momento de la inundación como el problema; el agua fue llegando muy rápidamente a las zonas más bajas y pronto hasta la parte de atrás de la iglesia; comentaban que fue tan rápido que se alcanzaba a salvar solo lo esencial. “Se veía gente con los colchones al hombro huyéndole al agua”, comentaba una participante. Muchos animales murieron, y otros quedaron atrapados por el agua; al ver esto, los ganaderos decidieron venderlos a precios muy bajos para que los animales no sufrieran y no perder toda su inversión.

Como solución, los participantes afirman que después de la inundación, las casas que no se inundaron albergaron a varios damnificados; se crearon también albergues en la cancha de fútbol o en lugares más adecuados, como el albergue nuevo amanecer, que en el momento de la visita todavía continuaba en funcionamiento.

En el momento inmediato de la inundación se aprovechó el agua para la pesca, ya que tenían grandes pescados provenientes del Canal del Dique; el Gobierno

facilitó comida y agua potable para la comunidad y llegó una misión médica del extranjero de gran ayuda. Después de que bajó el nivel del agua, algunas personas regresaron a sus hogares, en tanto otros no lo pudieron hacer por el mal estado en el que estos se encontraban. Varias personas de la comunidad se fueron a Venezuela para ayudar a sustentar a la otra parte de la familia que se quedó en sus hogares.

Figura 44. Problema más relevante de la comunidad de Manatí



Fuente: autores.

Afirman que el problema no se ha solucionado, puesto que las secuelas aún continúan; no hay trabajo, el suelo continúa siendo deforestado, las vías están destruidas, los ganaderos no se han recuperado y la comunidad se sigue sintiendo desamparada por el Estado. Respecto al análisis en términos de creencias y valores, se puede afirmar que la comunidad demuestra un alto grado de solidaridad y compromiso social, es fuerte contra las adversidades y demuestra ganas de trabajar por recuperar su municipio.

Posible indicador para evaluar la vulnerabilidad social: ¿han sentido un adecuado acompañamiento del Gobierno para la recuperación del municipio?

Estos resultados fueron procesados como parte del trabajo de grado de Calvo, Piñeros y Villegas (2013).

Espacio 5

Fecha: 28 de abril de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: comunidad de Manatí.

Participantes: diez personas.

Orientadora: Paula Andrea Villegas González.

Pregunta orientadora: ¿cuál ha sido el problema más relevante que ha tenido la comunidad en los últimos cinco años y cuáles fueron los valores más importantes para superarlo?

Descripción: los participantes están de acuerdo con que el principal problema que ha tenido la comunidad en los últimos cinco años es la ola invernal 2010-2011; el fenómeno de las inundaciones afectó y cambió su forma de vida.

Figura 45. Cartelera de valores de comunidad de Manatí



Fuente: autores.

Los valores que identifican son:

- a. La solidaridad: durante la tragedia hubo mucho apoyo por parte de todas las personas para la evacuación de las viviendas; se construyó una trinchera, lo que es un orgullo para los participantes del trabajo en equipo.
- b. La tolerancia: la comunidad siente que ha sido muy tolerante, en la medida en que las acciones del Gobierno no han generado impactos de fondo en el fortalecimiento de la comunidad; a pesar de esto, no se han manifestado de forma violenta y han sido pacientes en las estrategias de apoyo. Son conscientes de que la ola invernal afectó otros territorios del país que también necesitan apoyo.
- c. Compromiso: llevaron a cabo la distribución de tareas para poder salir adelante frente al desastre; unas personas preparaban la comida, otros se enfocaron en la construcción de las trincheras.
- d. Fortaleza: la comunidad afirma que son semejantes al "ave fénix": se han propuesto salir adelante y superar sus problemas. De algún modo, este evento los ha hecho más fuertes.

De manera transversal se identificaron discusiones en la comunidad por la distribución del agua potable, pues no era ordenado el proceso de entrega y tampoco era fácil el transporte. Como se observa en la figura 45, se presenta el agua como el centro del territorio; la riqueza biótica está representada en los árboles, los hombres

y las mujeres trabajando en actividades como la construcción de la trinchera y la abundancia de peces. Se percibe una comunidad unida, feliz, solidaria y fuerte.

Respecto al análisis en términos de creencias y valores, es evidente que la comunidad es fuerte, que trabaja en equipo y es positiva frente a las adversidades; que las obras de infraestructura para la mitigación de la inundación son un orgullo y una representación de la unión; que tienen un alto sentido de pertenencia por su territorio y eso los hace cuidar su hábitat. Durante la actividad es importante resaltar que los niños son muy respetuosos y admiran a las personas mayores por su valentía. Los adultos orientan a los jóvenes y niños en todo momento, de forma tranquila. Los jóvenes son líderes, emprendedores, quieren estudiar y trabajar por la comunidad.

Posible indicador para evaluar la vulnerabilidad social: ¿existen iniciativas de mitigación que se concretaron, posterior a la amenaza natural, donde se vio involucrada toda la comunidad afectada? Sí/no. Esto podría evidenciar fortaleza, compromiso, liderazgo, entre otros.

Relatos en las entrevistas:

El concejal Félix Solano: “La gente del sur del Atlántico después de la tragedia del 2010 se fortaleció; la administración pública y, en general, la comunidad está comprometida a sacar los municipios adelante, nos hemos levantado como el ave fénix; tenemos como meta que en diez años, con o sin la ayuda del Estado, vamos a sacar adelante a estos municipios. La forma de lograrlo es trabajando mancomunadamente, ayudándonos y convenciéndonos de que con el sentido de pertenencia esto funciona. Hay que ponerle un poquito de amor a la causa, hay que enseñarles a los niños que hay que tener responsabilidad, porque parte de esta tragedia fue irresponsabilidad y ellos son los funcionarios del mañana. Uno de los principales desastres ha sido el ecológico: más de 20.000 hectáreas están totalmente convertidas en un desierto, hoy estamos forestando con lo que podemos, pero necesitamos que las organizaciones nos regalen árboles para seguir forestando no solo Manatí, sino también el sur del Atlántico”.

Señora: “Me siento bien, gracias a Dios. Uno tiene que soportar todo lo bueno y todo lo malo. La resistencia lo hace a uno fuerte, los hijos me hacen resistente”.

Joven: “Me siento muy bien, hay que ser fuerte para salir adelante. Hubo intolerancia como en todas las cosas. Hay que hacer de todo en esta vida”.

Niño Abel: “A mí me dan fortaleza las personas, ¡los ancianitos cómo trabajan!”.

Talleres de redes sociales e identidad

Espacio 6

Fecha: 28 de abril de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: comunidad de Manatí.

Participantes: quince personas.

Orientador: Hugo Armando Rico.

Pauta orientadora: describa cómo se visualizan en diez años.

Figura 46. Cómo se visualiza a diez años la comunidad de Manatí



Fuente: autores.

Descripción y análisis: respecto al análisis en términos de redes sociales e identidad, se puede afirmar que los niños tienen sueños más individuales, donde se proyectan en el futuro y tienen como anhelo a futbolistas, estrellas de televisión, etc. Los adolescentes quieren ver una transformación de Manatí, donde puedan tener un mejor bienestar, como contar con arbolización, calles pavimentadas, semáforos y elementos propios de ciudades. Se pudo apreciar que los jóvenes y adolescentes quieren tener más oportunidades en el pueblo para poder quedarse y desarrollar su vida allí (figura 46). A pesar de la adversidad de la inundación de 2010-2011, las personas todavía tienen sueños y quieren una transformación de su comunidad.

De los aspectos relevantes que quieren ver en su pueblo, se resaltan los siguientes: arborización, zonas verdes y parques, el embalse del Guájaro como centro turístico, hoteles, hospitales, bomberos, universidades, cooperativas de pescadores.

Espacio 7

Fecha: 28 de abril de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: comunidad de Manatí.

Participantes: quince personas.

Orientador: Alfonso Mariano Ramos Cañón.

Pauta orientadora: dibujar el mapa físico de la región y en él ubicar los sitios más significativos.

Descripción: con la línea se observa el límite hasta donde llegó la inundación en la ola invernal 2010 (sector afectado por la ola invernal de 2010). En la figura 47 se observa la iglesia, la estación de gasolina, el hogar infantil, el hospital, la alcaldía, el hogar de adulto mayor, la asociación de ganaderos, la estación de policía, la cancha, el sitio donde están actualmente unas familias desplazadas por la ola invernal (albergues “temporales”), el cementerio, la carretera central y el canal natural en la parte de abajo. La forma no es regular, lo que indica conocimiento de los límites geográficos de su municipio.

Figura 47. Sector afectado por la ola invernal 2010 del municipio de Manatí



Fuente: autores.

Posibles indicadores para evaluar la vulnerabilidad social:

- Las creencias populares indican que la ocurrencia de amenazas de origen natural se deben a aspectos que se salen de la voluntad de los hombres o, por el contrario, al mal manejo que hace el hombre de su medioambiente.
- ¿La comunidad conoce los actores en el tema de gestión del riesgo en su municipio?
- ¿La comunidad conoce las amenazas naturales a las que está sometido su municipio?

Espacio 8

Fecha: 28 de abril de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: comunidad de Manatí.

Participantes: diez personas.

Orientador: Damaris Andrea Calvo López.

Pregunta orientadora: ¿cuáles son los principales orgullos que ustedes tienen?, ¿cuáles son las deficiencias que tienen como comunidad?

Descripción: los participantes describen que se enorgullecen de la tranquilidad que se siente en la zona, los niños pueden jugar en la calle sin problemas, se pueden reunir en las llantas sin correr ningún riesgo. De vez en cuando se escucha sobre ladrones, pero no existe una continuidad; además, no hay grupos al margen de la ley.

Afirman también que se enorgullecen de las costumbres y las fiestas que allí se celebran, sobre todo la católica, como la Fiesta de la Virgen, en la que se hacen procesiones por todo el pueblo y celebraciones por el lugar. También les gusta la unión que hay como comunidad; comentan que todos se conocen, saben de sus problemas y asimismo procuran ayudarse.

Lo que no les gusta es que después de la inundación las calles están en mal estado, no se puede transitar, no hay empleos; comentan que a mucha población le tocó irse para Venezuela para mandarle sustento a los que se quedaron allí. Asimismo, comentan que el clima es muy caliente y que no hay espacio suficiente en el cementerio para construir más nichos, toca prestarlo y eso es bastante incómodo.

Figura 48. Orgullos y deficiencias



Fuente: autores.

En la figura 48 se describe una comunidad muy tranquila lejos de problemas de seguridad y violencia, que comparte no solo en las fiestas, sino en todo momento. Afirman que las reuniones las realizan en “el parque de las llantas”, construido por ellos mismos, que no es el lugar más idóneo por sus características físicas, pero aun así es “suyo” y les gusta, pero desearían tener uno mejor. No sienten vergüenza por cómo está su municipio actualmente; todo lo contrario: demuestran un gran cariño hacia él y lo quieren ver renovado.

Respecto al análisis en términos de redes sociales e identidad, se puede afirmar que la comunidad tiene un gran sentido de pertenencia con su municipio: lo llaman “nuestro amado municipio”. Existen personas que llevan viviendo allí por generaciones y otras que no son oriundas, pero que por su larga estadía se sienten propias de este lugar y adoptaron sus costumbres como propias.

Estos resultados fueron procesados como parte del trabajo de grado de Calvo, Piñeros y Villegas (2013).

Espacio 9

Fecha: 28 de abril de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: comunidad de Manatí.

Participantes: doce personas.

Orientador: Fabio Andrés López Jácome.

Pauta orientadora: discutir cuáles son los actores sociales que están en el territorio, tratando de manifestar algunas características de ellos (actores primarios y secundarios).

Descripción: al discutir con la comunidad se pudo observar que los actores principales y secundarios para ellos son los mismos habitantes, puesto que “son los que más hacen por ellos”, como lo fueron los alcaldes que implementaron proyectos importantes como el hospital, el acueducto, la reconstrucción de la alcaldía y la construcción del ICBF de Manatí.

Actores primarios: Policía Nacional, Iglesia, alcaldes.

Actores secundarios: ASOGAMA, ASOPAGAMA, grupos sociales, presidenta del Junta de Acción Comunal del barrio San Vicente.

En la figura 49 se describen todas las obras realizadas por los actores importantes en la comunidad, ya sean secundarios o primarios, y se resalta el cubrimiento de las necesidades básicas a través de la creación del hospital, las escuelas y el acueducto. Respecto al análisis en términos de redes sociales e identidad, la comunidad tiene un gran sentido de pertenencia con su municipio, lo cual se nota en el apoyo mutuo en las peores emergencias. Esto demuestra el gran sentido de unión que tienen entre ellos.

Figura 49. Actores primarios y secundarios de la comunidad de Manatí

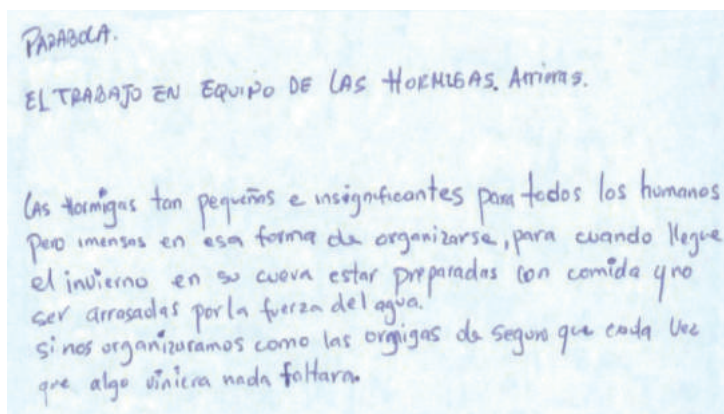


Fuente: autores.

Estos resultados fueron procesados como parte del trabajo de grado de Lopéz, Álvarez y Villegas (2013).

Talleres de resiliencia
<p>Espacio 10</p> <p>Fecha: 28 de abril de 2013, jornada de la mañana. Lugar: comunidad de Manatí. Participantes: quince personas. Orientador: Paula Andrea Villegas González. Pregunta/pauta orientadora: ¿cuáles son los principales elementos de la parábola de la semilla? Construir una parábola que caracterice la vida de la comunidad.</p>

Figura 50. Parábola creada por la comunidad de Manatí



Fuente: autores.

Descripción: los participantes identifican en la parábola de la semilla cómo Dios siempre acompaña a las personas y las orienta para que tengan valores, ayuden a su prójimo, sean valientes, entre otros. Adicionalmente, consideran que si entre todos trabajan unidos y empiezan por pequeñas cosas, pueden lograr grandes triunfos, como se demostró en la inundación. A pesar de describirse como una comunidad pequeña, consideran que sus capacidades son inmensas y pueden generar altos impactos.

Los niños se sienten como semillas que pueden llegar a florecer como los adultos mayores, donde ven una gran valentía, fortaleza y un ejemplo a seguir para afrontar las dificultades.

Figura 51. Ilustración de la parábola



Fuente: autores.

La construcción fue interesante en la medida en que una joven líder inició con el dibujo de la parte superior izquierda, donde varias hormigas trabajan unidas alrededor de un árbol. Una vez esto sucedió, estas hormigas y los árboles también fueron pintadas por los niños de manera similar; por esto se ven por todo el dibujo.

En la cartelera representan sus viviendas, la comunidad cogida de la mano, el sitio de encuentro que es la cancha de fútbol y la riqueza biótica de la zona, como las mariposas y los árboles; muestran una diferencia entre el norte y sur de Manatí, y de nuevo el agua aparece como uno de los protagonistas principales, junto con los peces.

Respecto al análisis en términos resiliencia, parece que la comunidad presenta niveles altos de este factor por la forma como se expresa y actuó frente al desastre. El espíritu positivo y emprendedor son los principales ingredientes para hacer esta afirmación. Sin embargo, el problema del desempleo pareciera una dificultad difícil de superar: la pérdida de los cultivos ha generado daños en las formas de supervivencia de las personas, que todavía esperan respuestas del Gobierno.

Posible indicador para evaluar la vulnerabilidad social: ¿con posterioridad al desastre natural se generaron nuevos nichos de empleo en la comunidad?

Relatos en las entrevistas:

Niño: "Me hacen fuerte mis estudios y mi familia".

Joven: "Nos hace fuerte en la comunidad de Villa Clarín la situación que se vivió para poder salir adelante, ayudar a las otras personas, poder salir del problema".

Niño (fractura en la pierna): "Salir adelante me hace fuerte, quiero salir adelante para poder caminar".

Doña Lucy (apoyo de la Secretaria Social de la Alcaldía): "En el sentido de los niños, les brindó apoyo en los colegios. Con los jóvenes los apoyamos con cine-foros, con charlas; en este momento estamos haciendo charlas sobre la drogadicción. Con los adultos mayores, ayudarlos a estar bien, a dictarles charlas, hacer ejercicio, manejo y estilo de vida saludable y esas cositas".

Vilma Cervantes (señora de la tercera edad): "Vino la inundación por acá y del llanto de la gente me levanté... y la señora ayudándome a abrir la puerta, y la casa llena de agua, yo voy para el patio y estaba lleno de agua, luego llegaron los familiares; gracias a Dios rompieron la trinchera y el agua se fue enseguida, eso fue como a las 4:00 a. m., y a las 6:00 a. m. ya no había agua".

Armero Guayabal, Tolima

El departamento del Tolima está situado en la región andina, en el centro-occidente del país; limita por el norte y el oriente con el departamento de Caldas, por el oriente con el departamento de Cundinamarca, por el sur con los departamentos del Huila y Cauca, y por el occidente con los departamentos de Valle del Cauca, Quindío y Risaralda. Tiene una superficie de 23.562 km² y su capital es Ibagué (Wikipedía, s. f.).

Por estar el departamento del Tolima situado en la región del Ecuador, no presenta ciclo estacional, pero disfruta de todos los niveles térmicos de montaña. Con cumbres nevadas a más de 5000 metros de altitud con las temperaturas bajo cero como el nevado del Huila, el nevado del Ruiz, el nevado del Tolima, el nevado de Santa Isabel, el nevado el Cisne, y le pertenecen el Parque Nacional Natural Las Hermosas, el Parque Natural Nevado del Huila, el Parque Nacional Natural Los Nevados y zonas calurosas, en amplios valles por debajo de los 400 metros de altitud que alcanzan valores térmicos superiores de 40 °C. El departamento del Tolima está definido por dos tipos de regiones geográficas: una plana, el valle seco del río Magdalena que lo recorre de norte a sur, y otra de laderas, que forma la vertiente oriental de la cordillera Central y Occidental de la cordillera Oriental (Departamento del Tolima, 2012).

Figura 52. Mapa del Departamento del Tolima



Fuente: <http://www.natagaima-tolima.gov.co>

La tragedia de Armero, Tolima, fue un desastre natural producto de la erupción del volcán nevado del Ruiz el 13 de noviembre de 1985; tras sesenta y nueve años de inactividad, la erupción tomó por sorpresa a los poblados a pesar de las advertencias y la elaboración previa del mapa de amenazas, además de la aparición de los primeros indicios de actividad volcánica en septiembre de 1985 (Duque-Escobar, 2010). Los lahares aumentaron su velocidad en los barrancos y se encaminaron hacia los seis ríos más grandes en la base del volcán; el pueblo de Armero, ubicado a poco menos de 50 km del volcán, fue golpeado por dichos lahares, tras lo cual murieron más de 20.000 de sus 29.000 habitantes (Schuster y Highland, 2010).

Los esfuerzos de rescate fueron obstaculizados por el lodo, que hacía casi imposible moverse sin quedar atrapado. Para el momento en el que los rescatadores alcanzaron Armero, doce horas después de la erupción, muchas de las víctimas con heridas graves ya habían muerto; los trabajadores de rescate quedaron horrorizados luego de observar el panorama de desolación dejado tras la erupción, con árboles caídos, restos humanos irreconocibles y escombros de edificaciones (Wikipedia, s. f.).

Figura 53. Armero después del desastre natural



Fuente: Wikipedia [s. f.]

Resultados de talleres de vulnerabilidad sociocultural aplicados en Armero Guayabal

Talleres de creencias y valores
Espacio 1
<p>Fecha: 18 de julio de 2013, jornada de la mañana.</p> <p>Lugar: comunidad de Armero Guayabal.</p> <p>Participantes: nueve adultos mayores.</p> <p>Orientador: Alfonso Mariano Ramos.</p> <p>Pregunta orientadora: ¿cuáles son los dichos populares que más le sirven para vivir?</p>

Los participantes respondieron a la pregunta de la siguiente manera:

- Demos gracias a Dios, que nos favorece de todo mal y peligro.
- Gracias al Señor.
- El que tiene más saliva moja más harina. Explicación: el que tiene más poder hala más.
- De grano en grano la gallina llena el buche. Explicación: de poco a poco se van haciendo grandes cosas.

Pregunta orientadora: ¿qué papel juega Dios en su vida?, ¿para qué sirve la religión?

"Todo depende del Señor. Él nos guarda, no hay nada ni nadie más grande. Dios no hizo la tragedia, la hizo el diablo".

Otro anciano: "Fue debido a la geografía. El volcán cada 150 o 100 años hace erupción. Todavía no ha ocurrido la grande; cuando eso ocurra, destruirá mucho a nuestro alrededor".

Otra anciana: “Un señor llegó el lunes pidiendo agua y le dijo: ‘Armero se va a acabar’. ¿Pero cómo que se va a acabar? Respondió: ‘Sí, Armero no la va con los pobres’”.

Otro: “El señor dispone de las cosas. Dios da la orden”.

Otra anciana: “Los patrones eran de allá y tenían una finca en Guayabal. Ese día fue la hija y le dio fiebre y se le dijo que no fuera a trabajar. La empleada se iba de vacaciones. La señora que era de Mariquita iba a hacer un tratamiento y uno de ellos era como profesor o adivinador de la planta de la mano; él la examinó y le dijo: ‘Usted está enferma, pero tiene una hija y la hija se va a trabajar. Es mejor que no la deje ir’. Esto fue antes de la tragedia. Es que una señora le va a dar trabajo en Armero. Armero va a ser borrado del mapa por una avalancha. Y si no me va a crear, va a perecer. Los señores eran de Dios porque rezaban: eran los hermanos Limbert. La anciana los reunió y les contó de la propuesta que iba a venir, el esposo dijo que no les creyera, que eran vividores. La anciana le contestó a su esposo que ellos no eran así porque no cobraban por la consulta, solo por la fórmula que les debían comprar a ellos. El único que sabe es Dios. Dios les dio ese poder. Vamos a esperar qué pase después”.

Pregunta orientadora: a raíz del desastre de Armero, ¿cuál fue el problema más relevante que tuvo la comunidad y que hicieron para solucionarlos?

- El trabajo se acabó y no se ha solucionado aún.
- No se ha hecho nada para solucionarlo. Los cultivadores no tienen apoyo y no hay subsidios. En ese momento dieron subsidios, pero muy pocas personas lo acapararon todo. El pequeño cultivador saca sus productos y el acaparador lo almacena.
- La gente se volvió más unida. En ese momento la gente no ayudó. Los que tenían recursos no eran solidarios. A Don José le toco pelear para que le dieran ayuda. Los poderosos se quedaban con todo. No hubo solidaridad. La plata llegaba, pero no se ha hecho nada. En ese momento, había gente que vendía las colchonetas que les llegaba de donación para los damnificados.

Pauta orientadora: defina y clasifique la importancia de los siguientes valores morales: solidaridad, tolerancia, compromiso, lo público, responsabilidad y fortaleza.

- Solidaridad: si yo lo veo enfermo, le ayudo en lo que más puedo, económicamente o ayudándole a hacer vueltas. O si tiene un animal enfermo, se lo ayudo a cuidar.
- Responsabilidad: ser cumplido con las obligaciones. Ser cumplido con el trabajo.
- Fortaleza: tener la fortaleza de salir adelante, triunfar. Tener fuerza para salir adelante. Tener salud. Todo lo puedo en Cristo Jesús porque me fortalece.
- Compromiso: compromiso con Dios, ser humanistas, compartir las cosas.

Algunos participantes señalan: “Ahora hay una que otra persona es solidaria, pero no muchos. Ahora hay más fortaleza”; “Supuestamente el pueblo iba a desaparecer porque antes habían matado a un cura. El pueblo era malo. El cura lo que

hizo era porque Armero era maldito y la maldición se iba a cumplir”; “En Armero vivía gente muy pudiente y las personas que trabajaban en Armero eran de los pueblos vecinos”.

Respecto al análisis en términos de creencias y valores, se puede afirmar que las creencias que tienen los habitantes de Armero Guayabal relacionada con la figura de Dios es que las situaciones positivas y negativas son debidas a su voluntad, todo lo que pasa en sus vidas depende de Dios; específicamente, la tragedia de Armero no se dio porque Dios haya querido afectar la vida de sus personas queridas, la tragedia sucedió por culpa del hombre que se ubicó en sitios donde se sabía que ya había ocurrido la tragedia.

Posible indicador para evaluar la vulnerabilidad social: ¿cuál es el grado de conciencia que tiene la comunidad relacionado con el hecho de que los desastres no son naturales ni son castigo de Dios, sino que son creados por el hombre y su relación no equitativa con la naturaleza?

Espacio 2

Fecha: 18 de julio de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: comunidad de Armero Guayabal.

Participantes: seis adultos mayores. Dos de las personas no son de Armero, son de Bogotá y viven actualmente en Armero Guayabal.

Orientador: Álex Mauricio González.

Pregunta orientadora: ¿cuáles son los dichos populares que más les sirven para vivir?

Descripción: los participantes respondieron nombrando varios dichos y los relacionan con la vida cotidiana:

- Más vale tarde que nunca: la gente lo aplica para vivir con paciencia. Alguien día se llevará a cabo lo que uno espera. En la tragedia puede significar que la ayuda viene en algún momento.
- El que madruga Dios le ayuda: el que madruga a hacer las cosas le va mejor.
- El que persevera alcanza: es un dicho popular en la gente y en una tragedia puede servir para que la gente pueda recuperar lo que tenía antes.

Frente a la pregunta “¿ese tipo de tragedias fortaleció a la comunidad?”, algunos participantes señalan que Guayabal creció mucho y se consolidó.

Pregunta orientadora: ¿qué papel juega Dios en su vida?:

- Dios es todo en la vida; en el caso de la tragedia uno se pone a pensar, ¿Dios por qué permite eso? Por algo será.

También responden que puede ser el juicio de Dios sobre la tierra. Él sabe por qué hace sus cosas; a Él no se le puede decir nada porque por algo es la realidad. La tragedia puede ser por el pecado del hombre; puede ser una advertencia. Uno debe tratar de mejorar las cosas para que no suceda lo que sucedió.

¿Y después de la tragedia?

- En Armero no se vuelve a construir porque el papa lo declaró campo santo; por eso es que este pueblo es tan bueno, porque los armeritas se vinieron para acá (Guayabal). Allá no pudieron hacer, entonces se vinieron a hacer acá. Por eso Armero Guayabal es hermoso.
- Otra persona: el pueblo es como un paraíso. Puede llover a cantaros y el pueblo no se inunda. Puede haber la borrasca más grande y acá no sucede nada. Ha habido vendavales que han destruido pueblos completos, pero acá no ha pasado nada.

Pregunta orientadora: ¿para qué sirve la religión?

- Juega un papel muy importante; me mantengo muy encomendada a Dios porque es el que todo lo puede. Lo primero es haber dejado el cigarrillo. Yo le pedía a Dios que me ayudara a dejarlo y un buen día me dio un vómito y ya, lo dejé.
- Para la niña, Dios es estar feliz.

Pregunta orientadora: a raíz del desastre, ¿cuál es el problema más relevante de la comunidad y qué hicieron para solucionarlo?

- El problema que yo supe fue la manera como quedó la gente y la manera como los sacaron. Gracias a Dios hubo la ayuda de los helicópteros que los sacaron aquí, a Lérída y a Bogotá. Eso fue lo más importante.
- Lo primero fue sacar la gente y darle vivienda. La tristeza es que no supieron administrar las ayudas. Si hubieran reubicado a los armeritas en Guayabal, esto sería una ciudad más grande que Lérída. Pero quedaron todos regados.
- Lo que pasa en Armero es que resultó más gente viva que los que había antes. Resultó gente de la costa, de Antioquia y del llano. La gente que llegó no conocía ni siquiera por donde pasaba el río lagunilla. No tuvieron en cuenta a la gente que realmente vivía en la ciudad.
- No distinguieron a las personas que vivían en Armero. Le daban ayuda a cualquiera. Los que vivían en Armero pero tenían cédula de otro lado no recibieron ayuda. Como cédula de Lérída porque ahí llegaba más rápido. El Gobierno nunca se dio cuenta de esa situación.
- Hay familias de Cambao de cinco personas y a todos les dieron casa, y a los que perdieron no les dieron nada, hay gente que se aprovechó del desastre. A mucha gente que sufrió la tragedia no se les dio nada. En Cambao también hay una señora a la que le dieron una casa para ella, los hijos y

los nietos. Todos en una sola casa, siendo que todos, antes de la tragedia, tenían casas separadas.

- Resultó más gente damnificada. Como si todos los habitantes de Armero se hubieran salvado. Cada caso es particular. Una señora damnificada indirecta en Guayabal la llevaron para Bogotá al salón comunal del barrio Galán (en conclusión, las entrevistadas manifiestan que “los llevaron de Armero y los descargaron en Bogotá”). Hubo gente que quedó en Ibagué en la calle con los hijos. Eso le pasa a uno por ser honesto. Hubo gente quemada y ampollada que fue atendida en Bogotá. La gente honesta no recibió casa, mientras que otros que no necesitaban sí los recibieron.

Pauta orientadora: defina y clasifique los siguientes valores morales: solidaridad, tolerancia, compromiso, lo público, responsabilidad y fortaleza.

Los más importantes son la responsabilidad y la tolerancia; para vivir en comunidad, ambos valores son muy importantes; pero la más importante es la honestidad, porque la gente que no es honesta le quitó las ayudas a los realmente damnificados. Los ahorros de la gente también se fueron porque si no se tenía el talonario, no podían reclamar la plata. La honestidad también parte de las instituciones.

Otro de los valores fundamentales para vivir en comunidad es la tolerancia. La intolerancia puede causar que la gente hasta se mate por cosas pequeñas. La tolerancia es importante incluso en el matrimonio.

Se intentan definir los tres más importantes: responsabilidad, honestidad, tolerancia.

- Honestidad: ser íntegro, ser transparente, siempre decir la verdad y respetar las personas que nos rodean, demostrar lo que uno es. Porque muchas veces uno muestra lo que uno no es. Esto evidencia doble personalidad.
- Responsabilidad: responsable con la familia, con el hogar, con las cosas buenas, ser responsable por la familia y por uno mismo; si yo soy responsable, puedo enseñar a mis hijos a ser responsables y me siento contenta de que ellos sean responsables. Los hijos que no ven ese ejemplo en sus papás no pueden ser responsables luego.
- Tolerancia: la tolerancia es importantísima. Hay situaciones en las que uno no puede poner cuidado en las críticas. Es ser paciente con el otro. Por más que me ofendan, no hacer nada. Yo puedo tolerar todo. Tolerar no es aguantar, es aprender a entender a los que nos rodean, es aceptar las personas tal como son. ¿Qué saco yo con ponerme a pelear? Nada. Otra tolerancia es aceptar la vida como viene, toca tolerar la vida así; aceptarla porque no hay qué más que hacer, hay que llevarla con calma.

Hay que pedirle paciencia al señor para que nos dé la fuerza. Para vivir en comunidad es importante tener tolerancia.

Respecto al análisis, al parecer los adultos mayores conforman una comunidad unida especialmente por el trabajo de jóvenes cristianos. De las participantes, dos no vivieron la tragedia, la primera por encontrarse en Bogotá trabajando en esa época y la segunda por ser una niña.

La tragedia generó un proceso de división de la comunidad, ya que los sobrevivientes no fueron reubicados en la misma zona, fueron repartidos en varias y por ello la existencia de una fragmentación; paradójicamente, puede decirse que en el interior de cada una de las divisiones se presenta un proceso de consolidación de la comunidad. Especialmente en Armero Guayabal, ya que todos los habitantes se consideran de esta zona y no eran provenientes de fuera. Luego de la tragedia, "Armero Guayabal creció mucho y se consolidó".

A pesar de que algunas de las ideas de los participantes sugieren que Dios puede haber tenido un papel en la tragedia, se destaca la actitud de tomar las enseñanzas de la tragedia para mejorar las cosas donde se encuentran en este momento; y la unificación de la comunidad en un nuevo territorio luego de la tragedia ha generado un pueblo que resulta "hermoso y un paraíso".

Respecto a los problemas más graves identificados en la tragedia, se muestra una gran decepción respecto a cómo fueron atendidas las personas damnificadas, pues aparecieron personas de regiones como la costa Atlántica y Antioquia haciéndose pasar por personas de la región, lo que determinó que las ayudas estuvieran mal asignadas. Existía una gran falta de información respecto a las personas que habitaban la zona. Una de las conclusiones más destacadas es esta: "La gente honesta no recibió casa, mientras que otros que no necesitaban la recibieron". Esto va unido con la clasificación de los valores, ya que no tomaron lista como los básicos, y en lugar de ello resaltaron tres como los más importantes en su orden: honestidad, tolerancia y responsabilidad.

Figura 54. Reporte fotográfico: taller con adultos mayores en la comunidad de Armero Guayabal



Fuente: autores.

Espacio 3

Fecha: 18 de julio de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: comunidad de Armero Guayabal.

Participantes: nueve adultos mayores.

Orientadora: Damaris Andrea Calvo López.

Pregunta orientadora: ¿cuáles son los dichos populares que más le sirven para vivir?

Descripción y análisis: los participantes respondieron a la pregunta de la siguiente manera:

- Suben como palma y caen como cocos.
- En boca cerrada no entran moscas.
- Piense primero antes que hablar.
- No le pidan tantos paseos al profesor.
- A caballo regalado no se le mira el colmillo.

Pregunta orientadora: ¿qué papel juega Dios en su vida?, ¿para qué sirve la religión?

Descripción: Dios es el dador de todo, da la salud, el entendimiento, es protector y tiene un propósito con cada uno. La religión sirve para saberla comprender, para saberla practicar, para convivir con los demás, para trabajar en grupo, para dialogar con sus vecinos y sus amigos y para ser coherente con lo que se dice y se hace.

Pregunta orientadora: a raíz del desastre de Armero, ¿cuál fue el problema más relevante que tuvo la comunidad y qué hicieron para solucionarlo?

Los problemas más importantes fueron de sobrepoblación, salud pública (sacaban los muertos en volquetas), la caída de ceniza, la poca ayuda inmediata que llegaba y el centro de salud estaba atestado de personas heridas. Como solución se notó la ayuda humanitaria que llegó de diferentes lugares del mundo, médicos y fosas comunes para las personas fallecidas. Se crearon a partir de ello varias entidades sin ánimo de lucro para ayudar a las víctimas del desastre, como fueron la fundación Aldea de los Niños, Armero Vive, Armando a Armero, entre otras.

Pauta orientadora: defina y clasifique la importancia de los siguientes valores morales: solidaridad, tolerancia, compromiso, lo público, responsabilidad y fortaleza.

- Solidaridad: es ayudar, apoyar a las personas que pasan por situaciones difíciles.
- Tolerancia: aceptar al otro sin ofuscarse, no entrar en conflicto con otras personas.
- Compromiso: ser responsable con las acciones con las que se compromete, estar siempre ahí, como en el matrimonio.
- Lo público: es lo referente a lo del Estado, lo que es de todos.

- Responsabilidad: responder por las acciones que se hacen, cumplir con lo que se compromete.
- Fortaleza: es un poder espiritual que viene del interior de la persona. Algo duro, impenetrable.

Estos resultados fueron procesados como parte del trabajo de grado de Calvo Piñeros y Villegas (2013).

Espacio 4

Fecha: 18 de julio de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: comunidad de Armero Guayabal.

Participantes: ocho adultos mayores.

Orientador: Víctor Naynn Piñeros.

Pregunta orientadora: ¿cuáles son los dichos populares que más le sirven para vivir?

Descripción: los participantes respondieron a la pregunta de la siguiente manera:

- Más vale tarde que nunca.
- Más vale caer que quedar colgando.
- El que no tiene criados, orina y seca los miados.
- A caballo regalado no se le mira el colmillo

Pregunta orientadora: ¿qué papel juega Dios en su vida?, ¿para qué sirve la religión?

"Dios es el número uno, es lo más importante porque todo lo puede y todo lo sabe, Él es el que nos guía, nos lleva, nos trae". "La religión nos sirve para congregarnos con las demás personas y reflexionar".

Pregunta orientadora: a raíz del desastre de Armero, ¿cuál fue el problema más relevante que tuvo la comunidad y qué hizo para solucionarlo?

Los problemas más importantes fueron de falta de ropa, salud pública y el olor insoportable. La caída de ceniza les daba enfermedades respiratorias. Lo solucionaron uniéndose y saliendo para los pueblos cercanos. Hubo ayuda benefactora que llegó de diferentes lugares del mundo.

Pauta orientadora: defina y clasifique la importancia de los siguientes valores morales: solidaridad, tolerancia, compromiso, lo público, responsabilidad y fortaleza.

- Solidaridad: es ayudar a las personas que pasan por situaciones difíciles.
- Tolerancia: no tener problemas por cómo son las otras personas, lo que dicen o hacen.
- Compromiso: estar donde se debe y en el momento que se debe, como en la Fundación de Jóvenes Cristianos.
- Lo público: lo que es del Gobierno y de las personas.

- Responsabilidad: cumplir con lo que se compromete.
- Fortaleza: la que les da Dios para vivir y para hacer todas las cosas.

Figura 55. Talleres con adultos mayores en la comunidad de Armero Guayabal



Fuente: autores.

Estos resultados fueron procesados como parte del trabajo de grado de Calvo, Piñeros y Villegas (2013).

Espacio 5

Fecha: 18 de julio de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: comunidad de Armero Guayabal, Institución Fe y Alegría.

Participantes: doce estudiantes de colegio.

Orientador: Álex Mauricio González M.

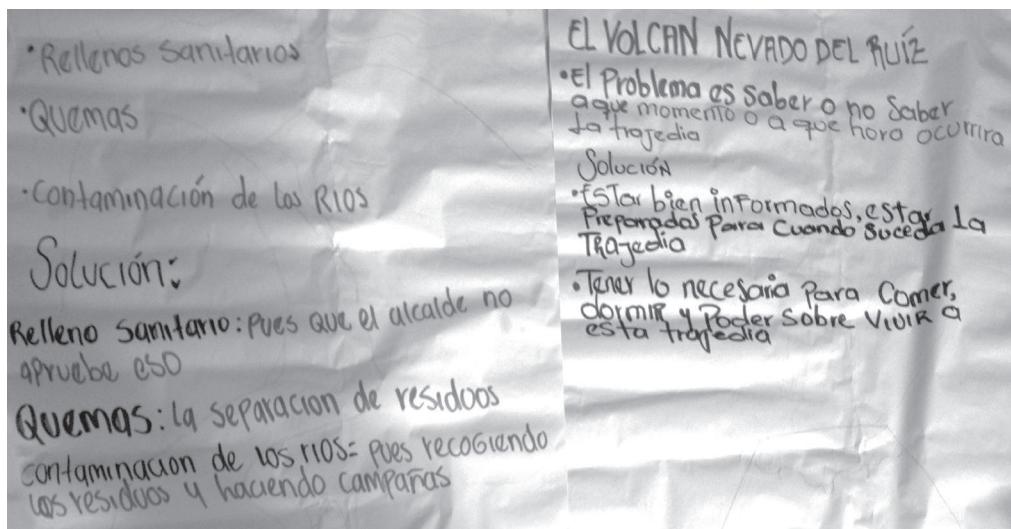
Pregunta orientadora: a raíz del desastre de Armero, ¿cuál fue el problema más relevante que tuvo la comunidad y qué hizo para solucionarlo?

En la figura 56 se observa cómo los estudiantes deciden realizar dos listas separadas de los desastres naturales y de los causados por el hombre. En los riesgos naturales, el principal que reconocen es el nevado del Ruiz; respecto al principal problema asociado, está el no saber cuándo va a ocurrir una tragedia. Esto es un problema de información. La solución planteada es que la comunidad esté bien informada y preparada para cuando suceda una tragedia. Igualmente, es necesario tener reservas de comida, elementos para poder dormir y vivir luego de la tragedia.

Respecto a los problemas causados por el hombre, los estudiantes resaltan tres: los rellenos sanitarios, las quemaduras y la contaminación de los ríos; la solución que

plantean para el relleno sanitario es la necesidad de que el alcalde del municipio tenga una voluntad política para no aprobarlo. Respecto a las quemas plantean la posibilidad de hacer una separación de residuos y promover el reciclaje; para la contaminación de los ríos dicen que la educación a través de campañas puede complementar muy bien el plan de reciclaje.

Figura 56. Problemas más relevantes y soluciones en la comunidad de Armero Guayabal



Fuente: autores.

Figura 57. Reporte fotográfico del taller en la comunidad de Armero Guayabal



Fuente: autores.

Posibles indicadores para evaluar la vulnerabilidad social:

- Antes, durante y después del desastre, ¿cuál es el papel de los medios masivos para informar sobre las causas del riesgo? ¿Es claro y eficiente? Sí/no.
- Antes, durante y después del desastre, ¿la comunicación local para informar sobre las causas del riesgo es clara y eficiente? Sí/no.

- ¿Existen canales de información para la reducción del riesgo?
- ¿Se incluye en los colegios el tema de gestión del riesgo y específicamente a reconocer los tipos de amenaza?
- ¿La comunidad reconoce físicamente su territorio?

Espacio 6

Fecha: 19 de julio de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: comunidad de Armero Guayabal, Institución Fe y Alegría.

Participantes: quince estudiantes de bachillerato.

Orientador: Alfonso Ramos.

Pregunta orientadora: ¿cómo ha influenciado la tragedia de Armero sus vidas?

Descripción: los participantes respondieron a la pregunta de la siguiente manera:

Grupo 1. "Somos conscientes de que puede volver a suceder otra vez la tragedia. Afectó a nuestros padres psicológicamente".

Grupo 2. "De las personas que vivieron la tragedia, pocas personas pensaron en estudiar la prevención de desastres y negativamente dejaron secuelas en nuestros padres, afectándolos psicológicamente".

Posibles indicadores para evaluar la vulnerabilidad social:

- ¿La comunidad conoce los niveles de riesgo a los que está sometida actualmente?
- ¿La comunidad aprovecha el conocimiento de la materialización de la amenaza en el pasado para prepararse para el futuro?

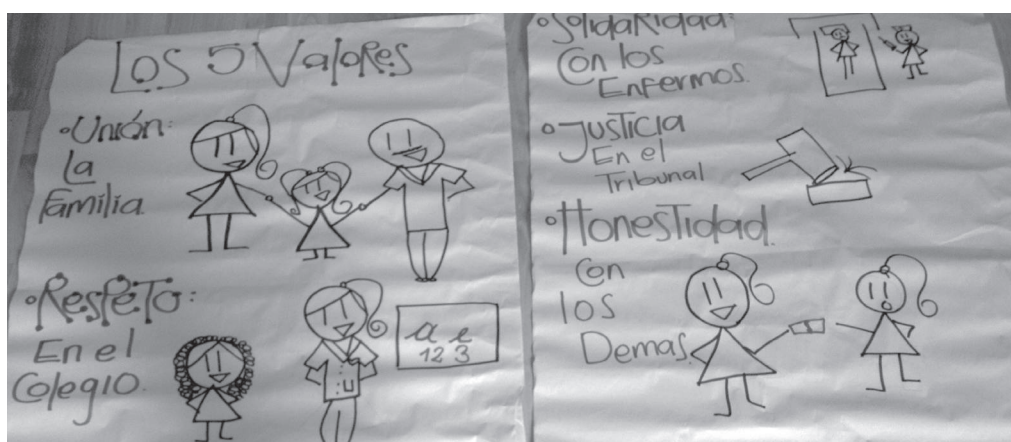
Pregunta orientadora: ¿cuáles son los valores más importantes de la comunidad de Armero Guayabal?

Descripción: los participantes respondieron a la pregunta de la siguiente manera.

- Unión familiar: la familia es el núcleo central de la sociedad armerita; en ella se experimentan los verdaderos sentimientos de amor, solidaridad y ayuda. La familia siempre está unida sobre todo en los momentos más difíciles, como las tragedias o las enfermedades.
- Respeto: es un valor muy importante para nuestra comunidad, se enseña tanto en la familia como en el colegio; en las instituciones educativas nos inculcan el respeto por la diferencia, por eso debemos ser bien pluralistas. El respeto a los padres, ya que ellos se esfuerzan por darnos bienestar; así también el respeto por los ancianos, porque ellos son la sabiduría de nuestro pueblo.

- Solidaridad: es otro valor que caracteriza a los armeritas, sobre todo con los más necesitados, y esta solidaridad se experimentó en la tragedia. La solidaridad se manifiesta con los más pobres, los que no tienen comida, con los enfermos (muchos de ellos abandonados).
- Justicia: es un valor y una virtud apreciada por la comunidad, pero que aún falta por hacerse realidad, ya que en los tribunales se cometen muchas injusticias. La justicia entendida como equidad también nos hace falta, porque existe mucha desigualdad social en nuestro municipio.
- Honestidad: es un valor para ir construyendo. Se necesita un liderazgo político que ejerza la honestidad, y también honestidad de los servidores públicos para acabar con la corrupción.

Figura 58. Cartelera de valores



Fuente: autores.

Talleres de redes sociales e identidad

Espacio 7

Fecha: 18 de julio de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: comunidad de Armero Guayabal.

Participantes: nueve adultos mayores.

Orientadora: Paula Andrea Villegas González.

Pregunta orientadora: ¿cuáles eran los sitios más significativos del municipio antes del desastre?

Descripción y análisis: Antes, los bancos (Comercio, Bogotá, República, Ganadero, Caja Agraria, Bancolombia), hospital público muy bonito regional, parque infantil, iglesia, desmontadora y procesadora de algodón, trilladoras de arroz, trilladora de café, Hacienda el Puente (empresa muy grande que empleaba muchos trabajadores y todavía existe), tostadora y procesadora de café, fábrica de gaseosa bogotana, almacén Gef (almacén de ropa), Telecom.

Pregunta orientadora: ¿cuáles son las personas u organizaciones que ustedes más recuerdan de Armero, antes, durante y después?

Antes: la Cruz Roja; los médicos; el seguro; el alcalde; hospitales; la Defensa Civil; los bomberos; el doctor Silva, que fue alcalde reconocido como líder; el doctor Restrepo, director del hospital; el doctor García; el doctor Isaac; la iglesia; el ferrocarril; el ancianato; don Andrés, el dueño de los cinco microbuses que prestaban servicio en el pueblo. Durante: Resurgir (gran entidad), Casa de la Nación Suiza, ACJ, Misión Mundial, Cruz Roja Colombiana. Ahora: los suizos, la alcaldía y el padre Luis Fernando Betancur.

Pregunta orientadora: ¿cuáles son los principales orgullos que ustedes tienen (antes, durante y después)?

Antes: el comercio, el trabajo, los repuestos (maquinaria de agricultura). Después: estos orgullos se han perdido; sin embargo, afirman que Dios nunca los desampara, que por periodos hay cosechas de maíz, algodón y pescado. Actualmente hay informalidad, reflejada en la venta de arepas y empanadas; además viene mucho turista.

Pregunta orientadora: ¿cuáles son las deficiencias que tiene la comunidad (antes, durante y después)?

Durante: sin ropa, sin casa, sin comida. Ahora: viviendas en mal estado, las administraciones son muy malas, existe la cultura de que el más avisado es el que gana.

Pauta orientadora: enuncie los sueños compartidos de un armerita.

La felicidad de los habitantes está concentrada en tener buena salud, que las empresas vuelvan (por ejemplo, la empresa de gaseosas se fue para Ibagué y los alcaldes no dejan que vuelva, ni le dan el lote), así como era Armero antes del desastre.

Respecto al análisis en términos de redes sociales e identidad, se puede afirmar que la comunidad de adultos mayores es un grupo de personas que evidentemente permanece unido gracias a las actividades organizadas por la organización cristiana de jóvenes voluntarios. No todos los participantes vivieron el desastre de Armero; sin embargo, consideran que era un pueblo de grandes oportunidades, con un enorme potencial de desarrollo, una zona pujante del Tolima, sitio de encuentro en torno a la medicina, los bancos, los parques, entre otros. Los lugares son muy significativos para ellos, dado que era como un centro regional al cual asistían personas de diferentes veredas y pueblos.

Posterior al desastre natural, y dado que no se reconstruyó el pueblo al declararse campo santo, los lazos sociales se quebraron, puesto que las comunidades se localizaron en diferentes sitios como Lérída, Guayabal —que posterior al desastre natural tomó el nombre de Armero Guayabal—, Bogotá, otros sitios del país y del mundo

Composición de una copla que evidencia el antes, durante y después del desastre:

*La ciudad blanca de Colombia
era la ciudad de Armero,
donde vivíamos muy contentos
por ser muy algodóneros.*

*Se vino una piedra grande
y nos tapó Lagunilla,
y por esa gran represa
muchos perdieron la vida.*

*En Armero Guayabal
vivimos muy contentos,
pues es un pueblo pequeño
pero lleno de talento.*

*En Armero Guayabal
tenemos mucha riqueza,
que son las minas de arena
que ayudan a nuestra pobreza.*

Los participantes consideran que al sitio del desastre llegaron muchas personas de otros sitios del país aprovechándose de la situación, generando un caos en la distribución de ayudas que iban desde objetos personales hasta casas. Valoran el apoyo incondicional otorgado por Suiza y se sienten acompañados por sus representantes desde el desastre, lo que indica que se han generado lazos de apoyo con entidades internacionales que han perdurado, evidenciando que algunas instituciones no solo apoyan durante la etapa de emergencia, sino también de reconstrucción.

Aparentemente, aunque vivieron en Armero y muchos nacieron allí, en general se identifican ahora con su nuevo hogar, Armero Guayabal. Les preocupa mucho el desempleo y la falta de oportunidades para los jóvenes. No tienen miedo de que otro desastre similar ocurra, dado que consideran que se encuentran habitando una zona más segura por la altura respecto a Armero.

Posibles indicadores para evaluar la vulnerabilidad social:

- ¿Existen grupos y organizaciones que fueron creadas a partir del desastre natural para la gestión del riesgo en el territorio?
- ¿Las entidades internacionales que prestaron apoyo durante el desastre natural cuentan con planes de acompañamiento y seguimiento de la distribución de ayudas?
- ¿Las entidades que apoyan la atención del desastre natural cuentan con planes de distribución de ayudas y tienen metodologías para diagnosticar las necesidades de las comunidades?

Relatos en las entrevistas: "A esa pobre gente uno no le podía ni hablar. Los que pudieron ir a otro sitio se fueron". "Ahora hay una nueva comunidad; el que se pudo escapar, se fue". "La mayoría de gente que vivía en el corregimiento de Guayabal dependía de Armero. Posteriormente recibió el título de municipio de Armero Guayabal".

Espacio 8

Fecha: 18 de julio de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: comunidad de Armero Guayabal.

Participantes: nueve adultos mayores.

Orientador: Ramón González.

Pregunta orientadora: ¿cuáles eran los sitios más significativos del municipio antes del desastre?

Descripción: los sitios más recordados por los sobrevivientes son los bancos, que dinamizaban la actividad económica y agrícola a través de los préstamos agrarios; la Federación de Algodoneros, junto con la idea de que eran unas organizaciones de orientación cooperativa que acompañaban a los algodonereros en capacitación y gestión ante instituciones del Estado, y también prestaban servicios de asistencia técnica y comercial.

El parque el infantil era un zoológico que quedaba en la once; fue el primer sitio que se llevó la avalancha. El zoológico de Armero era un centro turístico donde acudían los pobladores en plan de diversión y además atraía a muchos turistas. El hospital de armero tenía una gran categoría porque era el principal de la región, tenía profesionales en todas las ramas, bien capacitados y muy buena infraestructura. También estaba el hospital mental y la Cruz Roja. A los balnearios El Tibolín y a las aguas termales acudían los armeritas a recrearse diariamente.

La iglesia es el centro de adoración para una comunidad católica; allí se reunían a celebrar sus sacramentos y la eucaristía diaria; también eran especiales los colegios Sagrada Familia, San Pío Décimo. La estación de la Policía brindaba muchos apoyos a la población y el ferrocarril.

Durante: Guayabal (el que toma agua de acá en Guayabal se queda, en Guayabal les dieron casa a la mayoría); la población se disperó: algunos llegaban al estadio, otros para Lérída, Mariquita, Fresno.

Hoy: Guayabal era un corregimiento de Armero y fue el sitio donde se ubicó la población sobreviviente. Guayabal es un centro religioso donde se celebra la fiesta del Señor de la Salud el 6 de agosto. El centro turístico es sitio de reunión, de encuentro, de recreación y de ocupación para los sobrevivientes de Armero. El Estadio es actualmente un sitio de reunión para la actividad deportiva.

Pregunta orientadora: ¿cuáles son los actores sociales que están en el territorio tratando de manifestar algunas características de ellos e intentar ubicarlos en el mapa?

- El director del hospital, Ernesto Restrepo Martínez, ejerció un liderazgo ético y de servicio de salud.
- Don Julio Rebolledo se caracterizó por su espíritu solidario con los trabajadores.
- La Cruz Roja, las Damas Grises, la Defensa Civil y los bomberos.
- La Cámara de Comercio era la regional del norte del Tolima.
- Radio Armero era una emisora comunitaria con mucha audiencia en la región.
- El ejército, la cooperación internacional: Estados Unidos, Canadá, Suiza. Cada entidad que vino edificó barrios; la Cruz Roja alemana, francesa, el Minuto de Dios, Misión Mundial.

Figura 59. Reporte fotográfico: taller con adultos mayores



Fuente: autores.

Pregunta orientadora: ¿cuáles son los principales orgullos que ustedes tienen?

Su organización, la belleza de las calles, la limpieza, sus paisajes. Armero era una ciudad tan importante que era la segunda sede de Tolima. Allí se encontraba de todo, su actividad comercial la constituía. Era la Ciudad Blanca de Colombia, era un municipio muy reconocido.

Doña Isabel Gutiérrez de Urdaneta, la única alcaldesa, donaba su sueldo para los más pobres, compró el carro de bomberos y fomentó el empleo. Cuando las tempestades daban respuestas inmediatas a las necesidades, fue impulsora del Parque de los Oficios ubicado en El Minuto de Dios.

Pregunta orientadora: ¿cuáles son las deficiencias que tienen como comunidad?

El desempleo generalizado; no hay presencia institucional, hay ausencia de Estado, el liderazgo político no existe. No hubo voluntad política para los establecimientos de empresas en Armero Guayabal, como Bavaria, Arrocería, La Bogotana

y La Sedal. Monopolizado por los alcaldes, mucha politiquería. No hay plaza pública. Clientelismo. Los subsidios estatales son diferenciados, pues existe mucha inequidad en la adjudicación de estos.

Pauta orientadora: enuncie los sueños compartidos.

El empleo es, para todos, la aspiración más importante; los establecimientos de microempresas para la tercera edad; crear un jardín infantil para recoger los niños desamparados y que viven deambulando en las calles desnutridas; que implementen políticas públicas para la atención a la niñez; que en Guayabal surgiera un líder que se acercara a las necesidades de los municipios y que dé respuesta a las falencias en infraestructura que tenemos.

Espacio 9

Fecha: 19 de julio de 2013, jornada de la mañana.

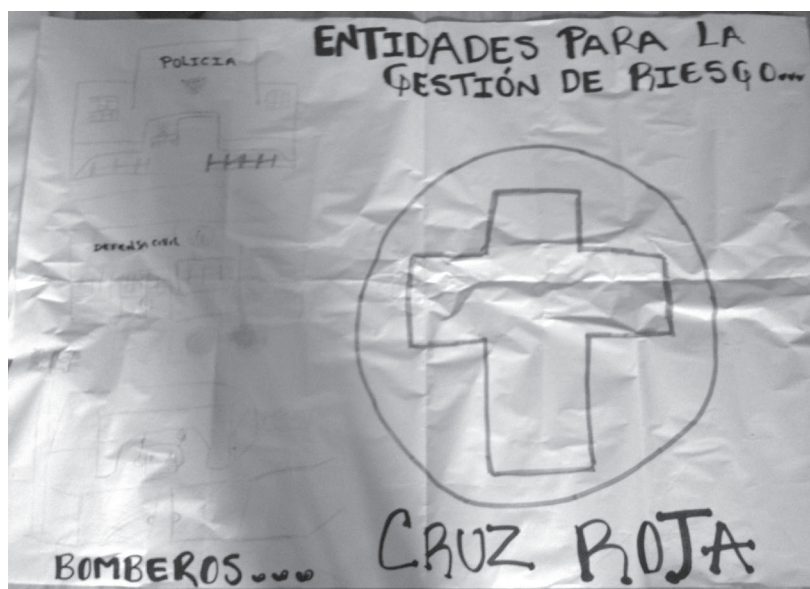
Lugar: comunidad de Armero Guayabal Institución Fe y Alegría.

Participantes: quince estudiantes de bachillerato.

Orientadora: Paula Andrea Villegas González.

Pregunta orientadora: ¿cuáles son las principales instituciones que apoyan la gestión del riesgo en Armero Guayabal?

Figura 60. Cartelera sobre entidades para la gestión del riesgo



Fuente: autores.

Descripción: los participantes identifican como las entidades actuales responsables de la gestión del riesgo la Cruz Roja, los bomberos, la Policía y la Defensa Civil.

Consideran que los planes de capacitación y reducción frente al riesgo son insuficientes; algunos de estos son orientados por los profesores una vez al año, pero consideran que podrían llevarse a cabo clases donde este componente se reforzara y el municipio estuviera preparado para un desastre natural de manera adecuada.

En la figura 60 los jóvenes presentan las principales instituciones que se encargan de apoyar la gestión del riesgo; se observa cómo la Cruz Roja tiene un papel importante, al ocupar el mayor espacio en la cartelera. Los tres dibujos adicionales representan la Policía, los bomberos y la Defensa Civil; curiosamente tiene un buen nivel de detalle, hasta con la imagen del escudo de Colombia. Quien hizo los dibujos quiere estudiar diseño gráfico cuando termine sus estudios de bachillerato.

Los estudiantes afirman conocer la historia del desastre natural de Armero gracias a los relatos en su mayoría de los padres; sin embargo, sienten que no es un evento que haya afectado sus vidas. Consideran que Armero Guayabal no cuenta con los suficientes planes de reducción del riesgo y manejo de desastres; aunque tiene algunas zonas altas identificadas para la evacuación frente a alguna amenaza, no conoce todos los efectos de las amenazas naturales a las que pueden estar expuestos. La mayoría quiere estudiar, pero no ve oportunidades para lograrlo. En este sentido, es evidente que hace falta fortalecer las capacidades de emprendimiento, que podría en algún momento otorgarles características de un pueblo pujante como el pasado Armero.

Los estudiantes de las veredas tienen un mayor sentido de pertenencia con el territorio; tal vez a las personas que más les cuestan las cosas, saben valorarlas más, y exponen muchos sueños para compartir con sus comunidades.

Figura 61. Fotografía de participantes en el taller



Fuente: autores.

Posibles indicadores para evaluar la vulnerabilidad social:

- ¿Las entidades territoriales para la gestión del riesgo cuentan con planes de reducción del riesgo y manejo de desastres en el territorio, acordes con las características de cada zona del país?
- ¿Cuál es el porcentaje de estudiantes de bachillerato que logran estudiar en las universidades?

Espacio 10

Fecha: 18 de julio de 2013, jornada de la mañana.

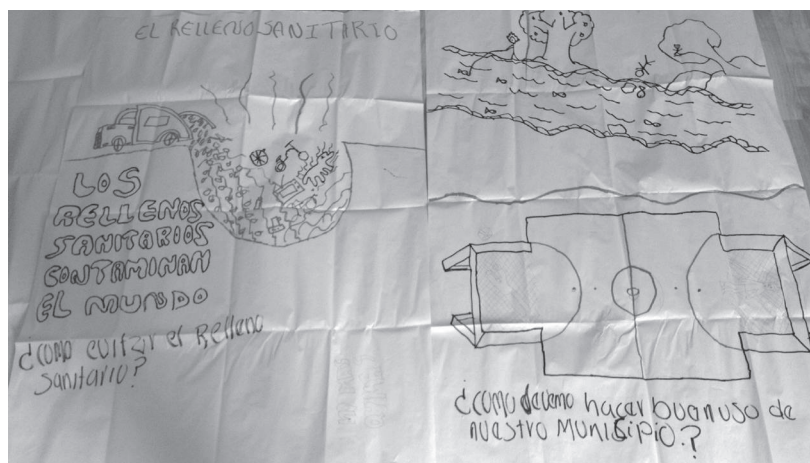
Lugar: comunidad de Armero Guayabal, Institución Fe y Alegría.

Participantes: diez personas.

Orientadora: Damaris Andrea Calvo López.

Pregunta orientadora: ¿cuáles son los principales orgullos que ustedes tienen?, ¿cuáles son las deficiencias que tienen como comunidad?

Figura 62. Cartelera de orgullos y deficiencias del municipio



Fuente: autores.

Descripción: en la figura 62 se observa lo que más les gusta: los ríos y los juegos que se realizan alrededor y que son un punto de encuentro para la comunidad, además de la actividad deportiva como el fútbol, en los que se realizan campeonatos continuamente en el colegio y en los barrios. Es una comunidad que aprecia mucho el medio de la zona y procura cuidarlo.

Lo que no les gusta del municipio es la próxima realización de un relleno sanitario que presuntamente dañará el medioambiente del municipio; igualmente les disgustan las quemas producidas por personas que dañan a su municipio.

Posible indicador para evaluar la vulnerabilidad social: ¿La comunidad presenta pertenencia por su territorio? a) Sí, vulnerabilidad es baja; b) parcialmente, vulnerabilidad media; c) no, vulnerabilidad alta.

Estos resultados fueron procesados como parte del trabajo de grado de Calvo, Piñeros y Villegas (2013).

Espacio 11

Fecha: 19 de julio de 2013, jornada de la mañana.

Lugar: comunidad de Armero Guayabal, Institución Fe y Alegría.

Participantes: quince estudiantes de bachillerato.

Orientador: Víctor Naynn Piñeros.

Pregunta orientadora: ¿cuáles son los sueños compartidos como armeritas?

Descripción: los participantes consideran que no hay trabajo en el municipio. Algunos deciden no volver al pueblo por esta razón, pero la mayoría quiere que el pueblo crezca y ayudar en ese crecimiento, cada uno, desde la profesión que desempeñe. En la figura 63 los estudiantes representan con círculo al municipio, que es la parte importante para la mayoría; de ahí se desprenden las profesiones que cada uno de ellos quiere estudiar hacia futuro, y con flechas quieren mostrar que van a ayudar al municipio al terminar sus estudios en otras ciudades.

Respecto al análisis en términos de resiliencia, todos conocen la historia del desastre natural de Armero; de hecho, todos eran familiares de alguien que estuvo en la zona. Creen que Armero Guayabal no está preparado lo suficiente en reducción de cualquier riesgo, tiene algunas zonas altas identificadas para la evacuación frente a alguna amenaza, conocen las amenazas, pero muy pocos se irían con un profesional que llegara a decirles que va a ocurrir un evento catastrófico.

Figura 63. Cartelera sobre sueños compartidos como armeritas



Fuente: autores.

Posible indicador para evaluar la vulnerabilidad social: ¿qué tan asequible es la educación superior en la región?

Estos resultados fueron procesados como parte del trabajo de grado de Calvo, Piñeros y Villegas 2013).

Análisis comparativo de los estudios de caso

A continuación se presenta un análisis de la evaluación de los indicadores de la dimensión sociocultural en cada uno de los estudios de caso, con el fin de realizar el contraste entre estos. Una síntesis de la evaluación cualitativa de los indicadores es presentada en la tabla 14.

Las comunidades donde se llevaron a cabo los casos de estudio son poblaciones rurales, con un gran arraigo a la religiosidad popular, basada en mitos, dogmas y prácticas culturales donde la actuación de Dios es permanente y mágica. A Dios le otorgan un papel determinante en cada uno de los acontecimientos de sus vidas; este protagonismo divino y extranatural los lleva a asumir actitudes acríticas, pasivas y conformistas frente a los hechos, lo cual dificulta acciones para la reducción del riesgo y manejo de desastres en el territorio.

La experiencia religiosa, cualquiera sea, debe asumir las problemáticas sociales, desde la dimensión personal de afrontamiento, donde los seres humanos son los que crean los acontecimientos y los transforman en una permanente dinámica de autodeterminación. Se observa que la acción social y colectiva de las comunidades carece de un liderazgo democrático y comunitario que promueva la participación de las personas y la cohesión de grupo frente a objetivos concretos.

Adicionalmente, el ejercicio comparativo evidencia cómo los indicadores de vulnerabilidad en la dimensión sociocultural permiten diferenciar los efectos de los desastres naturales en el territorio; en el caso del sur del Atlántico, donde no se presentan inundaciones de forma periódica y esto ocurrió por una falla en el Canal del Dique, se observa que los niveles de vulnerabilidad son altos porque la comunidad no ha trabajado en estrategias para la reducción del riesgo, en proyectos comunes frente a dicha problemática; y durante la inundación, a pesar de haberse generado redes locales de apoyo, el nivel de resiliencia fue bastante bajo y los procesos de reconstrucción aún están en proceso.

El municipio de San Marcos presenta unos niveles de vulnerabilidad bajos, en la medida en que estas inundaciones ocurren anualmente y las comunidades se han adaptado a tales fenómenos. Las estrategias de reducción del riesgo se llevan a cabo en términos de infraestructura, educación, redes institucionales, y la inundación representa para las comunidades aumento de peces, mejoras para algunos cultivos posteriores a los procesos de inundación y actividades recreativas para los niños. Los habitantes son conocidos por tener una cultura anfibia.

4. Estudios de caso, estimación de la vulnerabilidad territorial y formulación de indicadores en la dimensión sociocultural

Tabla 13. Indicadores evaluados en los estudios de caso

INDICADORES / ESTUDIOS DE CASO	MANATÍ	SAN MARCOS	ARMERO
¿De qué manera incide la religión en el comportamiento de las personas frente a un desastre natural?	Providencialista asociada al determinismo. Vulnerabilidad media.	Providencialista asociada al concepto de gracia. Vulnerabilidad media.	Providencialista asociada al concepto de gracia. Vulnerabilidad media.
Las creencias populares indican que la ocurrencia de amenazas de origen natural se debe a:	Al mal manejo que hace el hombre de su medioambiente. Vulnerabilidad baja.	Al mal manejo que hace el hombre de su medioambiente. Vulnerabilidad baja.	Aspectos que se salen de la voluntad de los hombres. Vulnerabilidad alta.
¿Cuál es el valor de lo público para la comunidad?	Lo público es de todos, pero la conservación depende solo del Estado. Vulnerabilidad media.	Lo público es de todos, pero la conservación depende solo del Estado. Vulnerabilidad media.	Lo público es de todos, pero la conservación depende solo del Estado. Vulnerabilidad media.
Autonomía	Moral heterónoma. Vulnerabilidad alta.	Moral autónoma. Vulnerabilidad baja.	Moral heterónoma. Vulnerabilidad alta.
¿Cuál es el papel de los medios de comunicación para informar sobre las causas del riesgo?, ¿es claro y eficiente?	No. Vulnerabilidad alta.	Parcialmente. Vulnerabilidad media.	No. Vulnerabilidad alta.
¿Existen canales de información para la reducción del riesgo?	Parcialmente. Vulnerabilidad media.	Parcialmente. Vulnerabilidad media.	Parcialmente. Vulnerabilidad media.
¿La comunidad presenta pertenencia por su territorio?	Sí. Vulnerabilidad baja.	Sí. Vulnerabilidad baja.	Parcialmente. Vulnerabilidad media.
¿Se incluyen en los colegios el tema de gestión del riesgo y específicamente se aprende a reconocer los tipos de amenaza?	Parcialmente. Vulnerabilidad media.	Parcialmente. Vulnerabilidad media.	Parcialmente. Vulnerabilidad media.
¿Existe(n) proyecto(s) común(es) entre la comunidad?	Parcialmente. Vulnerabilidad media.	Sí. Vulnerabilidad baja.	Parcialmente. Vulnerabilidad media.
¿Con qué nivel de acuerdo se lleva a cabo la toma de decisión en el territorio?	Medio. Vulnerabilidad media.	Medio. Vulnerabilidad media.	Bajo. Vulnerabilidad alta.
La comunidad considera que existe apoyo por parte de todos los actores sociales en sus proyectos.	Parcialmente. Vulnerabilidad media.	Parcialmente. Vulnerabilidad media.	Parcialmente. Vulnerabilidad media.
¿Se visualiza en la comunidad una observación interna de los pensamientos, sentimientos o actos?	Sí. Vulnerabilidad baja.	Sí. Vulnerabilidad baja.	Sí. Vulnerabilidad baja.
¿Las personas de la comunidad tienen una facultad creadora o facultad de crear?	Sí. Vulnerabilidad baja.	Sí. Vulnerabilidad baja.	Sí. Vulnerabilidad baja.
¿Las personas de la comunidad son joviales, con gracia y agudeza?	Parcialmente. Vulnerabilidad media.	Sí. Vulnerabilidad baja.	Parcialmente. Vulnerabilidad media.
¿Las personas de la comunidad manifiestan con palabras o con otros signos exteriores lo que sienten o piensan?	Sí. Vulnerabilidad baja.	Sí. Vulnerabilidad baja.	Sí. Vulnerabilidad baja.
¿Las personas de la comunidad manifiestan facilidad para acomodarse a distintas situaciones o a las propuestas de otros?	Parcialmente. Vulnerabilidad media.	Parcialmente. Vulnerabilidad media.	Parcialmente. Vulnerabilidad media.
¿La comunidad aprovecha e conocimiento de la materialización de la amenaza en el pasado para prepararse para el futuro?	No. Vulnerabilidad alta.	Sí. Vulnerabilidad baja.	Parcialmente. Vulnerabilidad media.
¿Existen iniciativas de mitigación que se concretaron con posterioridad a la amenaza natural, cuando se vio involucrada toda la comunidad afectada?	Parcialmente. Vulnerabilidad media.	Sí. Vulnerabilidad baja.	Parcialmente. Vulnerabilidad media.
¿La comunidad conoce los niveles de riesgo a los que están sometidos actualmente?	No. Vulnerabilidad alta.	Parcialmente. Vulnerabilidad media.	No. Vulnerabilidad alta.

Fuente: autores.

En el caso del municipio de Armero Guayabal se encontró una población cuyo territorio desapareció; la vulnerabilidad es muy alta, y aun cuando habitan en un terreno vecino, están en una zona de amenaza, pero no se evidencian estrategias claras para la reducción del riesgo. En los adultos mayores existe un gran conocimiento sobre el desastre de la avalancha, pero la generación de jóvenes no está preparada para un evento de esta magnitud; sin embargo, se observa una comunidad emprendedora y comprometida, que, resultado de su proceso de desarticulación espacial, considera necesario generar de nuevo redes sociales que permitan su fortalecimiento.

En estos lugares, las acciones para la reducción del riesgo y el manejo de desastres deben considerar la importancia de lo público para que las personas se interesen por lo de todos y creen organizaciones dinámicas, actuantes y transformadoras de su entorno. En suma, organizaciones incluyentes, pluralistas y democráticas que incidan en la implementación de políticas públicas y generen acciones sociales para la gestión del riesgo; son estas organizaciones las llamadas a dinamizar conjuntamente con las instituciones públicas ciertas metodologías participativas, que acerquen a la población a la cultura de la reducción del riesgo y de la acción colectiva frente a los problemas naturales.

Lecciones aprendidas

Aprender a comunicarse con la comunidad permite la generación de propuestas acordes con la realidad del territorio. Una de las limitaciones en este tipo de investigaciones son los mecanismos de comunicación que se utilizan entre el equipo de trabajo de las universidades y entre este último con la comunidad; por una parte, el equipo de trabajo multidisciplinario maneja diferentes conceptos y teorías frente a las temáticas tratadas en el proyecto, y no encontrar referentes unificados en el lenguaje dificulta la toma de decisiones consensuadas.

Los talleres de participación comunitaria y el trabajo multidisciplinario propician espacios de diálogo que permiten expresar las ideas, comprender, escuchar y llegar a acuerdos, todo dentro de condiciones de respeto y convivencia; esto en la zona de estudio y en las jornadas de trabajo del equipo de universidades.

La interacción pacífica del equipo orientador, de la comunidad y de la comunidad con el equipo orientador genera espacios de diálogo y acuerdos. Estudiantes y docentes deben aprender a acercarse a la comunidad, reconociendo sus necesidades y emociones. Es recomendable no crear falsas expectativas

Uno de los aspectos principales para trabajar con información real en este tipo de proyectos es contar con la confianza de la comunidad. Dentro de los aspectos generadores de cambio se encuentran la confianza, el lenguaje y el comportamiento; el trabajo comunitario debe tener una serie de procesos que le permitan a la comunidad interactuar, cuestionar, decidir e implementar. Una vez se tienen condiciones de confianza, la comunidad se vuelve más proactiva con las temáticas abordadas y apoya la realización de las actividades propuestas en la metodología. De ahí que sea fundamental:

- Aprender a dialogar con argumentos y razones.
- Tener criterios morales que ayuden a construir métodos para alcanzar la dignificación humana.
- Las diferencias culturales, religiosas, personales, étnicas, entre otras, no son excusa para no vivir en paz, sino que ayudan a construir una verdadera comunidad.
- Lo que no quiero para mí, tampoco lo debo querer para los demás; así también, lo que sí quiero para mí, también lo debo querer para los demás.
- Para alcanzar el desarrollo es necesario que exista equidad, de manera que se le garantice a la comunidad la posibilidad de tener una vida digna.
- Buscar entender las razones de los otros para que sean entendidas las propias.
- Es preciso reflexionar éticamente y propiciar la reconciliación. Es necesario propiciar palabras de vida y verdaderas que puedan ser escuchadas por todos y que todos tengan la posibilidad de expresarlas.
- Se debe hacer a un lado el egoísmo y el individualismo, puesto que el ser humano es un ser social por naturaleza y la comunidad es la fuente de identidad personal.
- La ética cívica consiste en respetar las diferencias y, desde estas, construir lo público.
- La diferencia es indispensable para llegar a la verdad, ya que cuando no se tienen en cuenta todas las versiones y el componente de una realidad, se construye un mito.
- Es importante participar en la gestión local superando los extremos de impedir la participación de la comunidad o hacer caso omiso a los espacios de participación.

Conceptualización y desarrollo del Sistema de Información Soporte de Decisiones SIVT

El presente capítulo permite conceptualizar el Sistema de Información Soporte de Decisiones que se utiliza en el *software* desarrollado en el proyecto de investigación, el cual tiene como propósito determinar la vulnerabilidad de una población dada; adicionalmente, incluye las diferentes fases utilizadas en el proceso de construcción del SIVT, así como sus componentes y sus interrelaciones.

El sistema se implementó utilizando las fases de análisis, diseño, desarrollo y pruebas, teniendo en cuenta que para la identificación del índice de vulnerabilidad territorial se emplean modelos multicriterio; se buscó aplicar metodologías de desarrollo ágil, de manera tal que al realizar modificaciones, estas pudieran implementarse rápidamente. La metodología empleada en el desarrollo —además del conjunto de procedimientos y herramientas dirigidos a un correcto modelamiento— es un marco de trabajo de buenas prácticas para la etapa de construcción del *software*.

La metodología presenta cuatro fases: iniciación, elaboración, construcción y transición. El *modelamiento* de sistemas con base en los requerimientos se procesa en la primera fase. La *elaboración* es cuando se define formalmente la arquitectura de producto. De igual forma, en la fase de *construcción* se trabaja en la realización de un producto totalmente operativo y eficiente, acorde con los lineamientos y patrones definidos por el equipo de desarrolladores. Finalmente, la fase de *transición* realiza las pruebas finales del sistema y la documentación del mismo.

Como resultado de este proceso, se cuenta con un sistema de información (SIVT), el cual calcula el índice de vulnerabilidad territorial utilizando las dimensiones determinadas en el capítulo 1, los indicadores de estas dimensiones (determinados en el capítulo 3) y los datos suministrados en el capítulo 4 con relación a los casos de estudio del proyecto, los cuales son cargados en el sistema por uno de los actores. Además, a través de los modelos determinados en el capítulo 2 se calcula el indicador de vulnerabilidad territorial, generando las acciones de intervención en el territorio (definidas igualmente en el capítulo 3) a partir del grado de vulnerabilidad encontrado.

La conceptualización y desarrollo del Sistema de Información Soporte de Decisiones (SIVT) es el resultado del proyecto de investigación “Retrospectiva de las catástrofes naturales en Colombia como insumo para la construcción de un Sistema Soporte de Decisiones”. Los resultados son producto del trabajo de investigación de los autores y de los estudiantes de trabajos de grado de Ingeniería de Sistemas, quienes formalizaron el levantamiento de requerimientos funcionales y no funcionales, y diagramaron bajo el estándar UML (por *Unified Modeling Language*), con la asesoría de los investigadores, los modelos arquitectural, dinámico, estático y de datos del sistema (ver referencias en la bibliografía de trabajos de grado).

Conceptualización del sistema

El SIVT suministra de manera fácil y predictiva los registros de las poblaciones seleccionadas y las simulaciones realizadas por los usuarios; está orientado a identificar el índice de vulnerabilidad territorial y las acciones para la prevención del riesgo y manejo de desastres que deben tomar los actores de decisión en las comunidades. En su elaboración se han tenido en cuenta los criterios de calidad asociados a la usabilidad y confiabilidad.

En el proceso de diseño del Sistema Soporte de Decisiones para la evaluación del riesgo fue utilizado un proceso metodológico realizado de la siguiente manera:

- a. Desde el punto de vista de diseño en ingeniería, el cual es concebido de este modo:

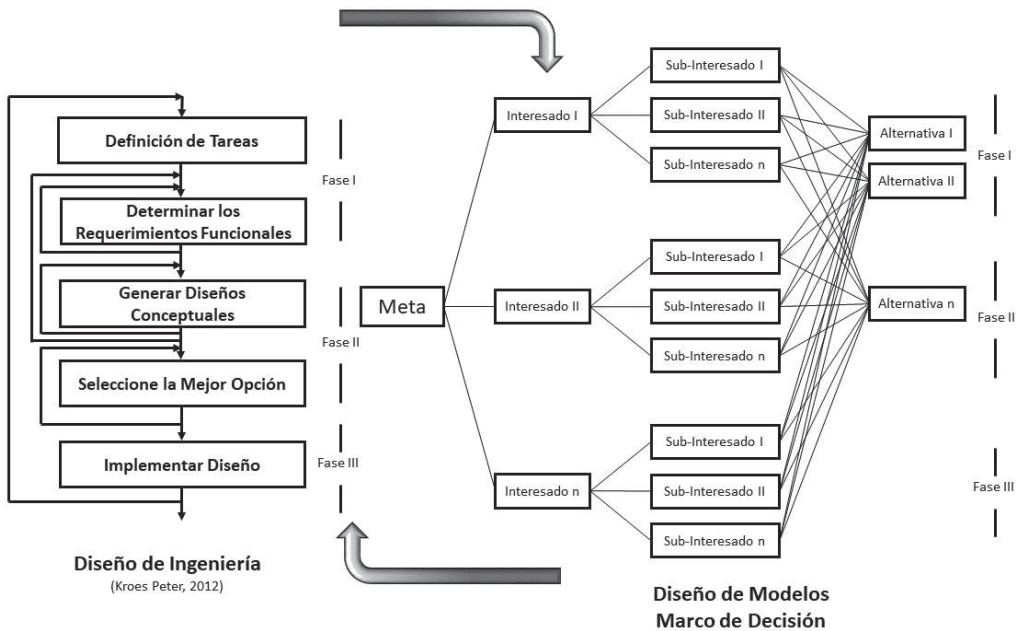
Process of devising a system, component, or process to meet desired needs. It is a decision-making process (often iterative), in which the basic science and mathematics and engineering sciences are applied to convert resources optimally to meet a stated objective. Among the fundamental elements of the design process are the establishment of objectives and criteria, synthesis, analysis, construction, testing and evaluation. (Kroes, 2012)

La mayoría de los modelos son variaciones del ciclo básico de análisis, síntesis y evaluación, como se puede observar en la figura 64.

- b. Establecimiento de los modelos aplicables a través de MCDA; esta metodología puede ser vista como un proceso no lineal recursivo que consta de cuatro pasos: 1) estructuración del problema de decisión, 2) articulación y modelación de las preferencias, 3) la agregación de las alternativas de evaluación (preferencias) y 4) la formulación de recomendaciones (Guitouni y Martel, 1998).

Los problemas MCDA se componen de un objetivo o meta, la persona o el grupo que toma la decisión, las diferentes alternativas, los criterios de evaluación (intereses) y los resultados o consecuencias asociadas con la combinación

Figura 64. Metodología del Sistema Soporte de Decisiones



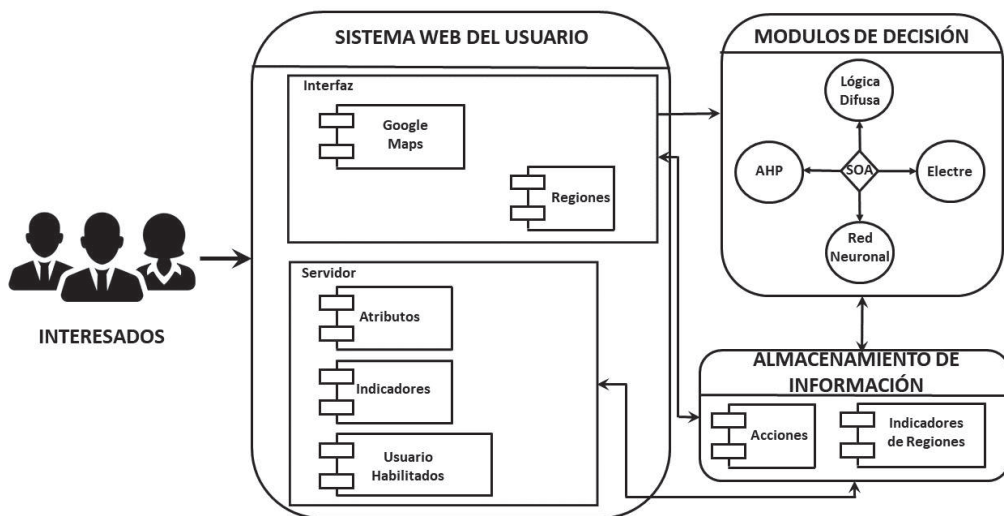
Fuente: autores.

de cada alternativa/interés (Hajkowicz y Higgins, 2008), lo cual permite construir el *framework* del proyecto (figura 65). Actualmente hay disponibles numerosas técnicas para dar el peso o la valoración a cada una de las opciones y los criterios, las cuales son utilizadas para resolver problemas MCDA (Figueira y Greco, 2005).

- c. El diseño de *software* se realizó mediante la metodología Scrum, la cual tiene un desarrollo ágil y está planteada sobre la creencia de que un acercamiento con la realidad humana y la realidad del desarrollo de productos basados en aprendizaje, innovación y cambio daría mejores resultados. Los principios del desarrollo ágil se enfocan en construir *software* que funcione y que se pueda usar rápidamente; adicionalmente, se centra en equipos multifuncionales con capacidad para decidir ellos mismos, como lo presenta la figura 65. La forma de desarrollo se realiza en ciclos de trabajo llamados *sprints*, iteraciones de una a cuatro semanas de duración que van ocurriendo una detrás de otra. Los *sprints* son de duración fija: terminan en una fecha específica, aunque no se haya finalizado el trabajo y nunca se alargan (Deemer et al., 2010).

El sistema se estructura bajo una arquitectura distribuida orientada a servicios (SOA) como se observa en la figura 65; se buscó dinamizar el sistema de acuerdo con los requerimientos de los actores de decisión y los usuarios de interés. La comunicación entre sus componentes de *software* utiliza el protocolo de acceso simple a objetos recomendado por la *World Wide Web Consortium* y la transferencia de datos e información es posible a través del protocolo

Figura 65. Arquitectura del sistema de información



Fuente: autores.

de transferencia de hipertexto. Este último está conformado por tres grandes componentes: *User web system* (front end y back end del sistema), *Information storage* (encargado de almacenar la base de datos con los indicadores y la información de los modelos) y *Modules decision* (que integran los diferentes modelos para la toma de decisiones).

User web system

Este módulo es responsable de facilitar la creación, edición y eliminación de usuarios de acuerdo con los perfiles establecidos; igualmente, permite la creación, edición y eliminación de grupos de atributos. El usuario puede seleccionar la población a partir de un listado, crear una nueva a partir la selección de coordenadas de longitud y latitud sobre el mapa, o asignar los valores si los conoce previamente. A través de un algoritmo, agrupa los puntos para encerrar una población (entre más puntos, más detallado será el grafo asociado a la población respectiva). El sistema relaciona los diferentes atributos de acuerdo con cada una de los aspectos del sistema territorial, con la población identificada, creada o seleccionada. El módulo está conformado por dos componentes:

- a. *Front end*: accesible para cualquier usuario y presentado bajo un esquema en hoja de estilo cascada e integrado con la interfaz para el desarrollo de aplicaciones suministrada por Google. En este módulo se realiza la consulta del indicador de vulnerabilidad territorial para la población y del modelo de decisión seleccionado; el componente visualiza el indicador de vulnerabilidad y las acciones para la prevención del riesgo y manejo de desastres.

- b. *Back end*. Accesible únicamente al superadministrador del sistema, en el cual se pueden crear tipos de atributos de acuerdo con las dimensiones e información generada por la dinámica que se desarrolle en cada ente territorial; del mismo modo, solo el superadministrador puede crear, editar o eliminar los usuarios y perfiles según sean los requerimientos de los investigadores.

Debido a que la afectación puede involucrar a más de una población, el sistema permite seleccionar varias poblaciones o una región en el mapa y retorna las acciones o el indicador de vulnerabilidad para todo el territorio seleccionado. Del mismo modo, se puede almacenar el resultado de una simulación para visualizaciones futuras o para contrastes de la dinámica en una población.

Modules decision

Teniendo en cuenta que existen innumerables datos que se convierten en información para una región territorial en particular (p. e., índice de desarrollo humano, producto interno bruto, indicador de resiliencia, entre otros), es importante considerar que aunque todos son necesarios para el cálculo del indicador de vulnerabilidad territorial asociado a los aspectos territoriales preestablecidos, no se puede garantizar su totalidad dadas las limitaciones de información secundaria en algunas zonas del país; en consecuencia, se generan factores de decisión con campos vacíos.

Por tal motivo, el sistema se alimenta de modelos computacionales que trabajan con información parcial; cada sistema es independiente y, a su vez, un proveedor de servicio. Además, se comunica con los demás módulos a través de *Simple Object Access Protocol* (SOAP), lo cual permite la creación de nuevos modelos para la toma de decisiones o la integración de los existentes; sin embargo, depende de una conexión a internet para poder operar y acceder a todos los módulos.

Information storage

Este módulo es responsable del almacenamiento de la información, utiliza un método relacional normalizado de acuerdo con las entidades creadas en el sistema de indicadores, en el cual se pueden eliminar, crear o editar nuevas entidades y los atributos asociados desde el *back end*. Permite además el almacenamiento de campos nulos y crea los registros de llaves primarias automáticamente. Los datos se agrupan principalmente en *actions* y *town indicators*.

Metodología y atributos de calidad del sistema

El ciclo de vida del desarrollo de *software* lo comprenden las fases de análisis, diseño, desarrollo y pruebas. Teniendo en cuenta que para la identificación del índice de vulnerabilidad territorial se utilizan modelos multicriterio como son AHP, AHP Fuzzy, Promethee y Electre, se buscó aplicar metodologías de desarrollo ágil, de manera tal

que al realizar modificaciones fueran posibles de ejecutar en cuestión de meses. La metodología empleada en el desarrollo abarca, además de un conjunto de procedimientos y herramientas dirigidos a un correcto modelamiento, un marco de trabajo de buenas prácticas para la etapa de construcción del *software*.

El enfoque empleado brindó un amplio marco de buenas prácticas en la fase de construcción del *software* y búsqueda de la optimización; de este modo, se promovieron medidas como la ejecución de pruebas en paralelo con la programación, así como el manejo de unidades de prueba; del mismo modo, se constituyó como una de las metodologías aplicable para el análisis, la implementación y la documentación de sistemas orientados a objetos.

Se especificaron actividades de carácter iterativo e incremental, bajo una comunicación horizontal en el tratamiento de cambios, en lugar de una comunicación a través de una serie de revisiones, usuarios y analistas.

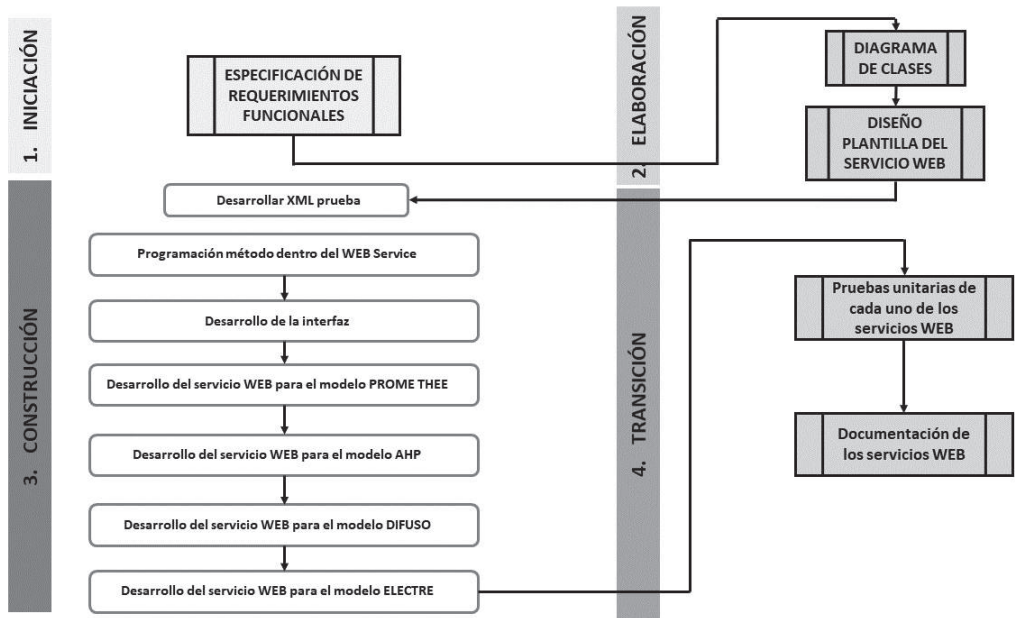
La figura 66 presenta el desglose total de la metodología utilizada en el desarrollo del prototipo de prueba del sistema de indicadores para la identificación del índice de vulnerabilidad territorial; la metodología presenta cuatro fases: iniciación, elaboración, construcción y transición. El modelamiento de sistemas con base en los requerimientos se procesa en la primera fase. En la elaboración se define formalmente la arquitectura de producto. De igual forma, en la fase de construcción se trabaja en la realización de un producto totalmente operativo y eficiente, acorde con los lineamientos y patrones definidos por el equipo de desarrolladores.

Diferentes metodologías para el desarrollo de *software* recomiendan en primera instancia identificar los atributos de calidad que debería tener el sistema (Bolívar, Crespo y Sanjuan, 2013). Se toma como referencia el estándar NC/ISO 9126-1 y se tienen en cuenta las siguientes indicaciones:

- Suministrar de una manera fácil y predictiva la información de las poblaciones seleccionadas y de las simulaciones realizadas por los usuarios.
- Proveer confiabilidad luego de una simulación.
- Proveer fiabilidad en las acciones que recomienda de acuerdo con el índice de vulnerabilidad territorial.
- Facilitar la navegabilidad para personas con analfabetismo digital.

Es importante resaltar que los modelos MCDA seleccionados y mencionados en el capítulo 2 —los cuales se encuentran en las iteraciones 4, 5, 6 y 7 de la figura 66— requirieron dentro del proceso y en el interior de cada iteración una priorización y ponderación de los indicadores, de acuerdo con la metodología de cada modelo. Esta priorización fue realizada por cada uno de los *stakeholders* del proyecto, para todas las dimensiones e indicadores de cada población (capítulo 4), por cada modelo incluido dentro del SIVT. Esta información es cargada por el administrador en el *information storage*, en función de que el sistema pueda ponderar y calcular el indicador de vulnerabilidad territorial.

Figura 66. Metodología de desarrollo del prototipo



Fuente: autores.

La información generada por el prototipo debe ser de total confiabilidad, ya que a partir de esta se tomarán decisiones según el índice de vulnerabilidad que presente el prototipo para una zona geográfica en particular. En la tabla 15 se especifican las métricas para evaluar la calidad del sistema a partir de la usabilidad y la confiabilidad.

Tabla 14. Métricas de usabilidad y confiabilidad

ATRIBUTO	MÉTRICA	VALOR ESPERADO
Usabilidad	Porcentaje de hipervínculos rotos	0%
	Número máximo de eventos para realizar una simulación	10
	Porcentaje esperado de ingreso de usuarios sin discapacidad visual	100%
	Número máximo de eventos para la creación de atributos	6
	Porcentaje de poblaciones que se pueden crear en el sistema	100%
Confiabilidad	Porcentaje de exactitud de poblaciones seleccionadas por área definida	95%
	Porcentaje de error al almacenar los datos ingresados en el sistema	0,01%
	Porcentaje de error en la interpretación de los datos obtenidos en el índice de vulnerabilidad	0,01%
	Precisión de las coordenadas ingresadas en el sistema	0,000000001°
	Porcentaje de obtención de resultados a partir de una simulación realizada	95%

Fuente: autores.

La conceptualización de la metodología y los atributos de calidad son resultado del proyecto de investigación “Retrospectiva de las catástrofes naturales en Colombia como insumo para la construcción de un Sistema Soporte de Decisiones”. Los resultados son producto del trabajo de investigación de los autores y de los estudiantes de trabajos de grado de Ingeniería de Sistemas, quienes utilizaron la conceptualización, las métricas y los atributos definidos en el marco del proyecto (ver bibliografía de trabajos de grado).

Las tablas 15, 16, 17 y 18 fueron elaboradas por todo el equipo de trabajo. Estas pudieron ser incluidas en algún trabajo de grado, pero forman parte del trabajo conjunto.

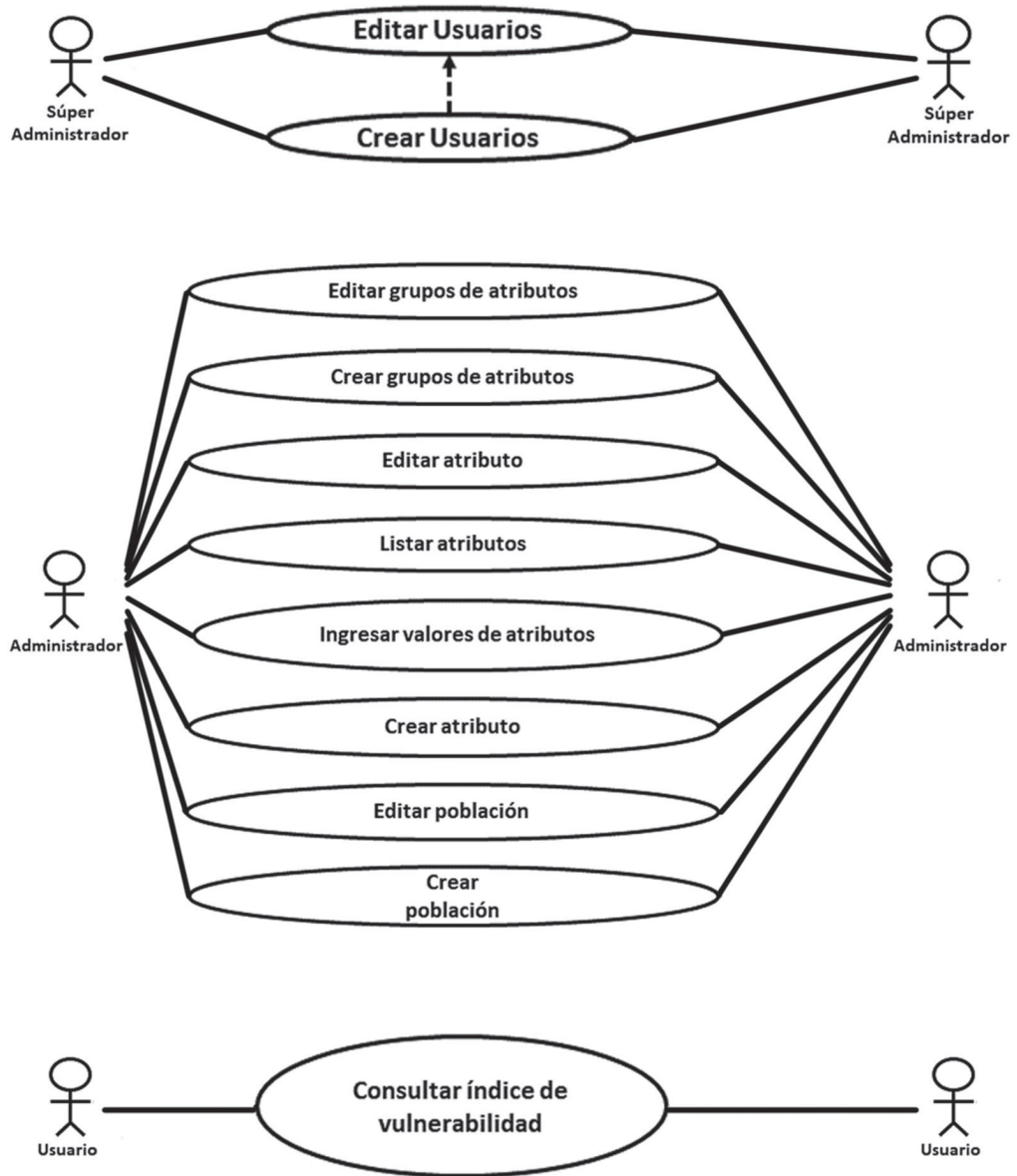
Modelo de interacción con los usuarios

A partir de la identificación de los actores y los procesos de interacción con el sistema, se realiza la especificación de los casos de uso, los cuales describen la manera en que un actor (a través de la interfaz gráfica o interfaz de usuario) interactúa con el sistema. Los casos de uso se desarrollan con el objetivo de mostrar la forma en la que los usuarios finales llevan a cabo alguna tarea específica con sistema (Pressman, 2010). Se toma como base el estándar del lenguaje de modelamiento unificado (UML, por Unified Modeling Language) (Rumbaugh, Jacobson y Booch, 1999). La figura 68 presenta el modelo de interacción de usuarios a partir del diagrama de casos de uso, especificando tres tipos de actores. Los atributos en el caso del proyecto son los indicadores determinados (capítulo 3) asociados a las dimensiones definidas (capítulo 1), a los cuales se les ingresa un valor de acuerdo con la población elegida, en este caso, la información de los indicadores recolectados en las visitas de campo (capítulo 4).

- *Superadministrador*. Responsable de la configuración y el mantenimiento del sistema, a nivel nativo, como la base de datos, o la integración de diferentes servicios o modelos (capítulo 2); asimismo podrá crear nuevos usuarios y asignarles sus respectivos perfiles.
- *Administrador*. Responsable de la configuración del *Back end*, para lo cual se ha utilizado como plataforma a Joomla en su versión 3.0. También es el encargado de subir la información que se muestra en los capítulos 3 y 4 (indicadores de las visitas de campo según las dimensiones mostradas); en este sentido, los talleres desarrollados han permitido alimentar el sistema para el cálculo del indicador y de las acciones que se deben tomar.
- *Usuario*. Será la persona que utilizará el sistema para realizar las simulaciones de predicción y cálculo del índice de vulnerabilidad territorial de acuerdo con su zona geográfica de interés.

En la tabla 16 se detalla la descripción de cada caso de uso, asociado a cada usuario. En esta tabla se observan los perfiles y sus principales funciones dentro del sistema. El diagrama de casos de uso y la tabla de descripción se utilizaron como insumo para la especificación de los casos de uso; para cada uno se realizó versionamiento, actores, descripción, precondiciones y entradas al sistema, poscondiciones y salidas del sistema, flujo normal y flujos alternativos.

Figura 67. Modelo de interacción de usuarios



Fuente: autores.

Tabla 15. Descripción de casos de uso y su asociación con los actores

TIPO DE ACTOR	CASO DE USO	DESCRIPCIÓN
Superadministrador	Crear usuarios	El usuario superadministrador podrá crear nuevos usuarios y asignarles sus respectivos perfiles.
	Editar usuarios	El usuario superadministrador podrá editar los usuarios existentes en el sistema.
	Eliminar usuarios	El usuario superadministrador podrá eliminar el usuario deseado en el sistema.
	Listar usuarios	El usuario superadministrador podrá generar la lista de todos los usuarios del sistema dependiendo del perfil.
Administrador	Crear grupo de atributos	El usuario administrador podrá crear nuevos grupos de atributos.
	Editar grupo de atributos	El usuario administrador podrá editar los grupos de atributos existentes en el sistema.
	Eliminar grupo de atributos	El usuario administrador podrá eliminar los grupos de atributos existentes en el sistema.
	Listar grupo de atributos	El usuario administrador podrá generar la lista de todos los grupos de atributos existentes en el sistema.
	Crear atributo	El usuario administrador podrá crear nuevos atributos definiendo el tipo y el grupo de atributo al cual pertenece.
	Editar atributo	El usuario administrador podrá editar los atributos existentes en el sistema.
	Eliminar atributo	El usuario administrador podrá eliminar los atributos existentes en el sistema.
	Listar atributos	El usuario administrador podrá generar la lista de los atributos existentes en el sistema dependiendo el tipo y el grupo de atributos.
	Ingresar valores de atributos	A cada uno de los atributos creados en el sistema se le podrán asignar los valores correspondientes.
	Crear población	El usuario administrador podrá crear nuevas poblaciones para luego realizar simulaciones sobre ellas.
	Editar población	El usuario administrador podrá editar las poblaciones existentes en el sistema.
	Eliminar población	El usuario podrá eliminar las poblaciones existentes en el sistema.
	Listar poblaciones	El usuario podrá generar la lista de las poblaciones existentes en el sistema.
Usuario	Consultar índice de vulnerabilidad	El usuario final podrá consultar el índice de vulnerabilidad de cada una de las simulaciones realizadas.
	Seleccionar zona y definir radio	El usuario podrá seleccionar las zonas y el radio con los cuales realizará la simulación.
	Definir modelo por usar	El usuario deberá seleccionar un modelo, el cual será tomado como insumo a la hora de realizarse la simulación.
	Consultar resultados almacenados	El usuario podrá consultar en cualquier momento los resultados de las simulaciones realizadas anteriormente.
	Consultar información de población	El usuario podrá consultar la información almacenada en el sistema de cada una de las poblaciones existentes en él.
	Almacenar resultados	El usuario podrá almacenar los resultados que desee de las simulaciones realizadas.

Fuente: autores.

Para el proyecto y la aplicación del SIVT la principal fuente de información son las visitas de campo, ya que este es el instrumento empleado que brinda la mayor cantidad de datos con relación a los indicadores definidos en el capítulo 3, seguido de información secundaria publicada a nivel institucional por el DANE, el DNP o el IGAC. En este caso, como se muestra en la tabla anterior, el responsable de alimentar el sistema es el administrador, que valida los datos antes de ser ingresados, para que el perfil del usuario pueda realizar las consultas del indicador de vulnerabilidad y las acciones que se habrán de tomar según la población elegida.

Especificación de funcionalidad del sistema

Utilizando como insumo el diagrama de casos de uso, se realiza la especificación de los requerimientos funcionales del sistema, los cuales permiten especificar las características que debe tener el sistema y las restricciones que debe satisfacer. Los requerimientos establecidos fueron:

- Seleccionar la zona para el análisis.
- Visualizar información geográfica de poblaciones afectadas.
- Visualizar información de medidas por tomar.
- Seleccionar el modelo por utilizar.
- Leer archivo XML.
- Generar índice de vulnerabilidad a partir del modelo.
- Generar archivo XML.
- Validar resultados de la simulación.
- Guardar resultados obtenidos de la simulación.
- Ingresar información de las poblaciones.
- Ingresar nuevos grupos atributos.

Por cada uno de los requerimientos se realizó una descripción y especificación, utilizando como artefacto de desarrollo la matriz presentada en la tabla 17.

Tabla 16. Ejemplo de especificación de requerimiento funcional

IDENTIFICADOR: NOMBRE: RF1 Seleccionar la zona geográfica por analizar	
PRIORIDAD DE DESARROLLO Alta	DOCUMENTOS DE VISUALIZACIÓN ASOCIADOS Sin definir
ENTRADA Zona geográfica seleccionada por parte del usuario. Radio para detallar el área de la zona seleccionada.	SALIDA Se debe mostrar en el mapa, el área de la zona seleccionada por el usuario.
DESCRIPCIÓN: Precondición: zona geográfica seleccionada por parte del usuario. Descripción: el sistema suministrará una lista de zonas geográficas para que el usuario pueda seleccionar la que quiera detallar. Después de seleccionada la zona, el usuario ingresa un valor de radio (metros) para poder detallar un área específica de la zona que se seleccionó. Con la zona y el radio ingresado por el usuario, el sistema calcula y muestra en el mapa el área que se quiere detallar. Poscondición: dependiendo de la zona y el radio ingresado, se debe mostrar un área marcada en el mapa con un color específico.	
MANEJO DE SITUACIONES ANORMALES En caso de que el usuario no ingrese radio, por defecto se definirá un radio de 10 km.	

Fuente: autores.

Diseño del prototipo para el sistema de decisión para la gestión del riesgo de acuerdo con el índice de vulnerabilidad territorial

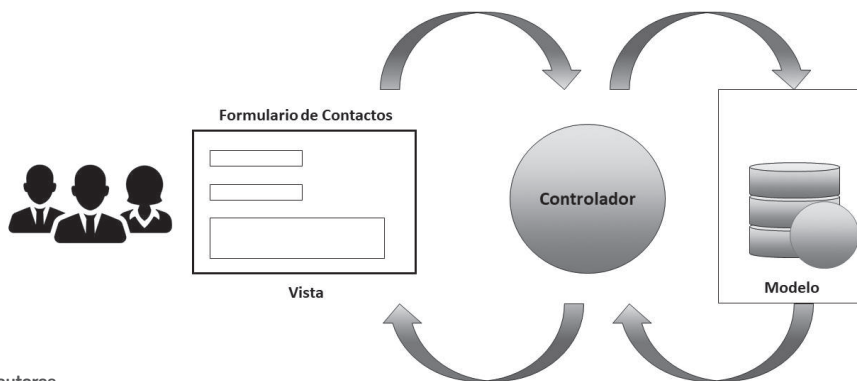
Durante el flujo de información presentado en el modelo arquitectural del sistema, se pretendió elaborar un bosquejo o idea general del sistema, con el objetivo de identificar los elementos relevantes, los mecanismos y la organización general (OGC, 2011). El estándar OpenGIS sugiere el punto de vista del negocio y el punto de vista de información para el análisis conceptual del sistema.

El punto de vista del negocio pretende entender el sistema con base en el proceso de producción de información, es decir, a partir de los datos orígenes, pasando por procesos de análisis, fusión y modelamiento, para concluir con la descripción del producto final, acorde con el objetivo del sistema.

Para lograr una correcta integración de los módulos y SIVT fue necesario realizar la implementación de un patrón arquitectónico que permitiera realizar con facilidad el seguimiento al código. Así también a las posteriores modificaciones, que hicieran posible para los desarrolladores crear y adaptar un sistema flexible con particiones independientes enfocadas al modelo cliente-servidor.

Por tanto, se optó por la implementación del patrón de diseño MVC (modelo-visita-controlador), el cual permitiera la comunicación entre los módulos y las aplicaciones de manera independiente.

Figura 68. Diagrama de arquitectura de software MVC



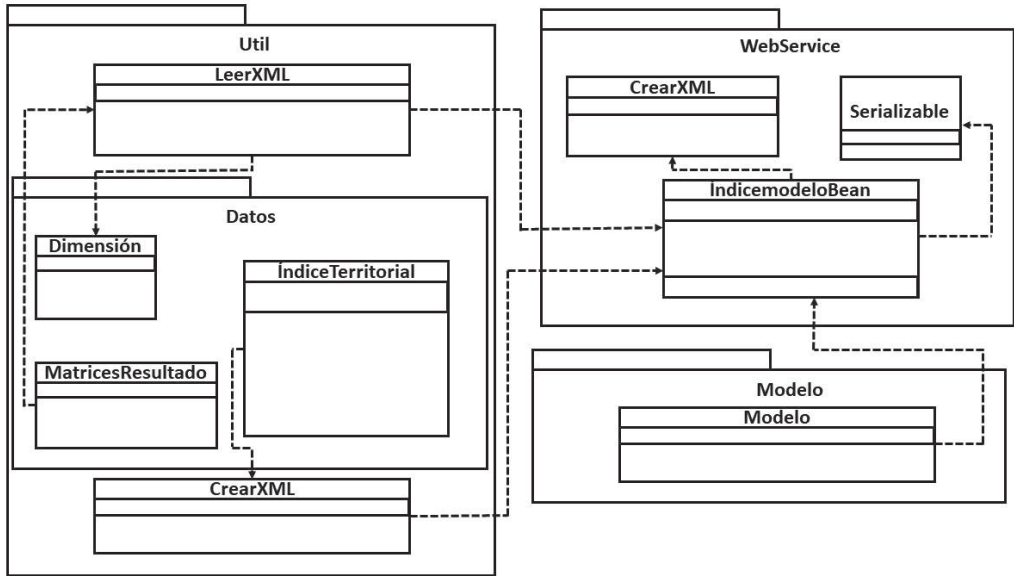
Fuente: autores.

La arquitectura de alto nivel proporciona una descripción que explica los componentes que interactúan con el módulo SIVT. En la figura 68 se proporciona la vista de la arquitectura completa de cómo se integran y funcionan los componentes siguiendo un orden específico hasta obtener un resultado, en este caso, la optimización de los parámetros de modelos de toma de decisiones.

El diseño se desarrolló desde dos enfoques. El primero buscando especificar las entidades que compondrán el prototipo, el cual se ha denominado *modelo estático del sistema* y se presenta a través del diagrama de clases de acuerdo con la especificación de UML. Además, con las entidades se describen los atributos de cada entidad

y las relaciones entre estas, que permiten el intercambio de información para lograr la funcionalidad del sistema (figura 69).

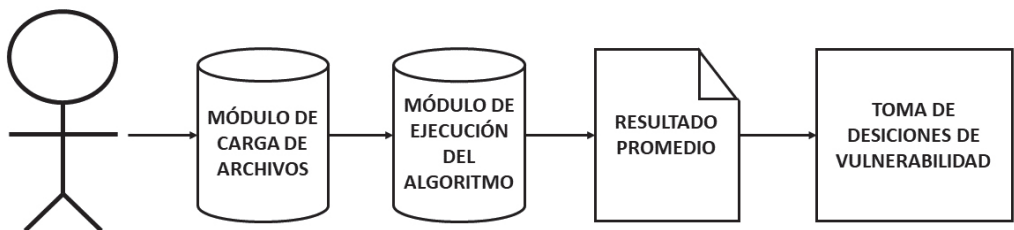
Figura 69. Modelo estático del sistema



Fuente: autores.

El desarrollo de esta aplicación se da mediante un usuario que realiza el cargue del archivo con su debido formato .cvs bien diligenciado, tanto en sus criterios como en sus dimensiones. El módulo de carga de este archivo empieza a procesar los datos del estudio realizado; cuando haya validado que el archivo se encuentra bien documentado, realiza el paso al módulo de ejecución del algoritmo; este se encarga de realizar los cálculos y las operaciones del estudio para dar como resultado un número promedio, con cuyo dato se realizará la toma de decisiones a la problemática de vulnerabilidad tratada.

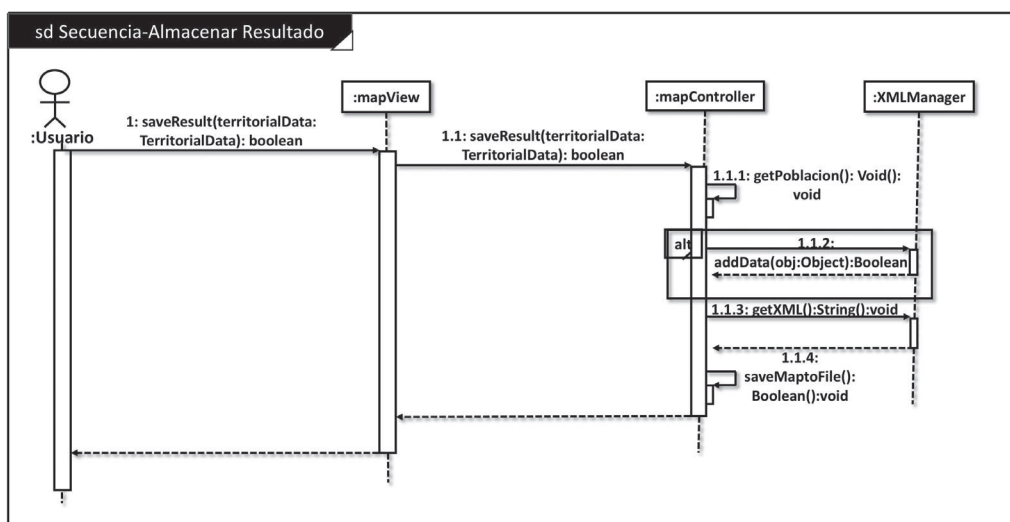
Figura 70. Módulos UML



Fuente: autores.

Según las entidades identificadas, el segundo enfoque buscaba especificar el flujo de información y los comportamientos que interactúan entre las diferentes entidades. Siguiendo el estándar UML, la representación del modelo dinámico se hace a través de los diagramas de secuencia, el cual muestra la interacción entre los objetos que representan la secuencia de mensajes entre las instancias de clases, componentes, subsistemas o actores, donde están presentes las entidades. En la figura 71, la línea punteada corresponde al ciclo de vida de cada entidad y las líneas horizontales representan los comportamientos que permiten el flujo de información entre las diferentes entidades.

Figura 71. Modelo dinámico del sistema

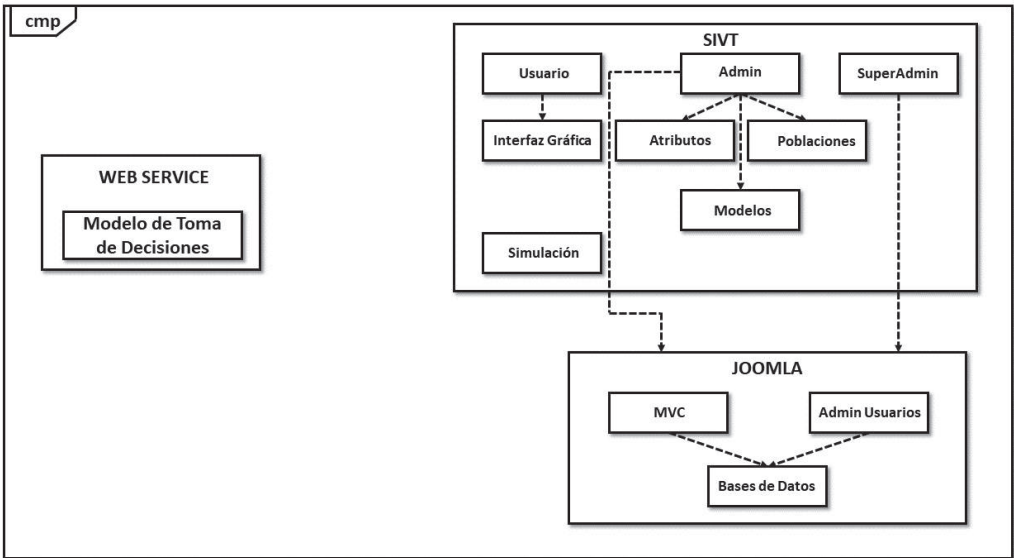


Fuente: autores.

La figura 72 presenta el diagrama de componentes; muestra la arquitectura del sistema que permite entender, de una forma clara y fácil, el modo en que se comunican los diferentes artefactos, al tiempo que permite determinar los sistemas externos con los cuales va a interactuar el sistema.

El SIVT se compone de una interfaz gráfica que se denomina *Front end*, la cual utiliza el servicio de geolocalización de Google Maps. Un sistema denominado *Back end* ayuda a la administración de atributos y perfiles de usuario, y un conjunto de servicios web responsable de la implementación de cada uno de los modelos de toma de decisiones especificado.

Figura 72. Modelo arquitectural del sistema



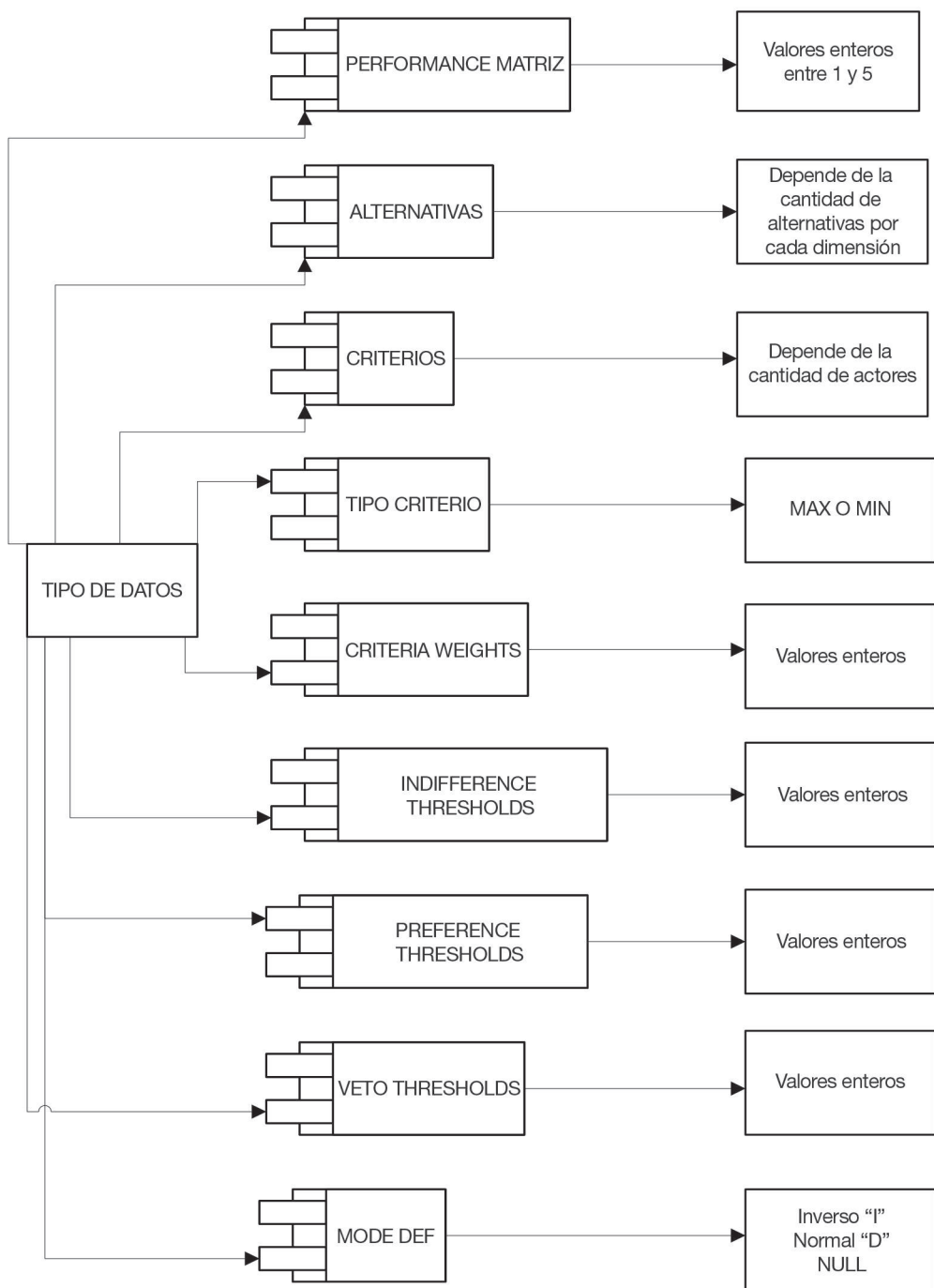
Fuente: autores.

Modelo de datos del sistema

El modelo de datos representa la abstracción desde el punto de vista del usuario de la información persistente en el sistema, como se representa en la figura 74; dicha información se ha estructurado para que pueda ser almacenada en un motor de base de datos. El modelo de datos comparte una relación con el modelo estático del sistema, debido a que también se estructura a partir de entidades, se definen los atributos de cada entidad y finalmente se estructuran las relaciones entre cada una de las entidades, buscando mantener la integridad de la información y facilitar las consultas en lenguaje SQL para la lectura y escritura en la base de datos.

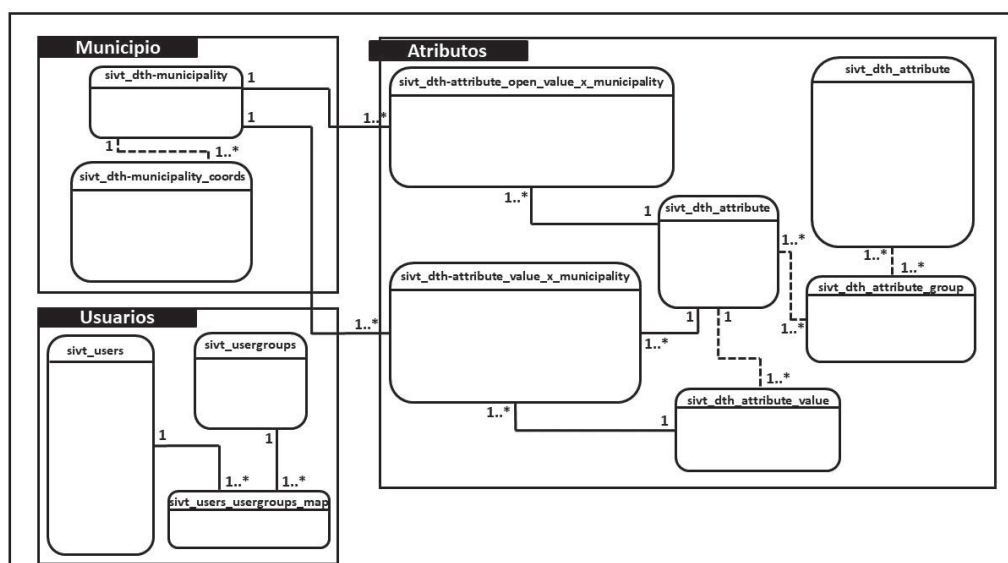
El motor de base de datos que se implementó ha sido MySQL, en primera instancia porque permite una integración directa con la plataforma Joomla utilizada para el desarrollo del *Front end* y del *Back end*; en segunda instancia, porque tiene una licencia GPL y se ha desarrollado bajo el modelo *Open Source*; por tal motivo tiene lugar la integración con Java, lenguaje en el cual se han desarrollado los distintos servicios web responsables de los modelos de análisis multicriterio, lo cual facilita su implementación y mantenimiento. La figura 75 presenta el modelo de datos del SIVT.

Figura 73. Diagrama de tipo de dato del sistema



Fuente: autores.

Figura 74. Modelo de datos del sistema



Fuente: autores.

Descripción del SIVT

El SIVT es un sistema de información que brinda la posibilidad de conocer diferentes índices, indicadores y conocimiento en general de poblaciones existentes y registradas en el sistema. Estos datos almacenados tienen alguna influencia (baja, media y alta) a la hora de calcular el índice de vulnerabilidad de una zona determinada.

Como se ha mencionado, el SIVT desarrollado calcula el índice de vulnerabilidad territorial utilizando los datos recolectados en las visitas de campo y casos de estudio determinados (capítulo 4), los cuales son cargados a través del *User web system* por alguno de los *stakeholders* del proyecto. A través de la plataforma, cualquier usuario puede calcular el indicador de vulnerabilidad territorial, seleccionando alguno de los modelos elegidos (capítulo 2). A su vez, determinará el indicador usando como base las dimensiones (capítulo 1) y los indicadores de las dimensiones (capítulo 3), generando así las acciones de intervención en el territorio a partir del grado de vulnerabilidad encontrado.

El sistema de identificación del índice de vulnerabilidad territorial es resultado del proyecto de investigación "Retrospectiva de las catástrofes naturales en Colombia como insumo para la construcción de un Sistema Soporte de Decisiones". Los resultados son producto del trabajo de investigación de los autores y de los estudiantes de trabajos de grado de Ingeniería de Sistemas, quienes estructuraron el *Manual de usuario*, herramienta que incluye la descripción del sistema y ha sido incluida en la presente sección (ver referencias en la bibliografía de trabajos de grado).

Para el cálculo del valor de vulnerabilidad territorial se tendrán disponibles unos modelos (definidos en el capítulo 2) que usarán todos los atributos (o indicadores) disponibles en el sistema según las poblaciones seleccionadas; el valor obtenido estará como número entero en una escala de uno (1) a diez (10), y a su vez se verá representado en el mapa con un color distintivo.


Los atributos de las poblaciones se encontrarán clasificados por grupos o dimensiones (educación, social, entre otros) y por tipo de atributos (dato numérico, lista seleccionable, entre otros).

La información almacenada en el sistema se encontrará clasificada por grupos de atributos (educación, social, entre otros), que a su vez tienen un número indefinido de atributos asociados a cada una de las poblaciones existentes en el sistema.

Para la creación de un grupo de atributos son necesarios los siguientes campos:

- **Nombre:** nombre del grupo de atributo.
- **Caption:** se coloca el nombre con el que el nuevo grupo de atributos creado será visualizado por el usuario.

Figura 75. Creación de grupo de atributos

El formulario tiene un encabezado con un botón "Guardar & Cerrar" con una marca de verificación verde. Debajo hay un recuadro con el título "Atributo". El formulario contiene dos campos de texto: "Nombre" con el valor "Social" y "Caption" con el valor "Información de carácter social".

Atributo	
Nombre	Social
Caption	Información de carácter social

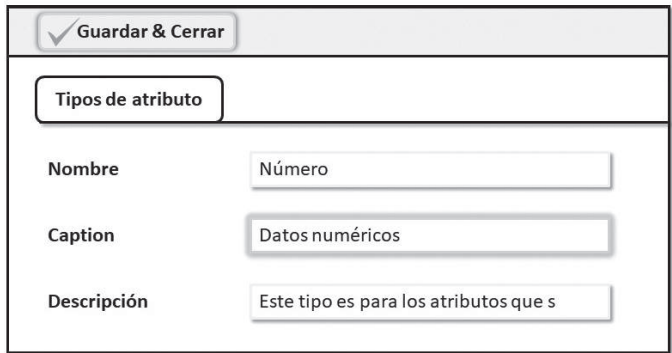
Fuente: autores.

Como se puede observar, el nombre del grupo de atributos es "Social", pero la forma en que este será visualizado por el usuario será como "Información de carácter social". La información almacenada en el sistema también debe estar clasificada por un tipo de atributo (numérico, cadena de texto, entre otros), que es el tipo de dato que se va a guardar en el atributo creado.

Para la creación de un tipo de atributos son necesarios los siguientes campos:

- **Nombre:** nombre del tipo de atributo.
- **Caption:** se coloca el nombre con el que el nuevo tipo de atributos creado será visualizado por el usuario.
- **Descripción:** descripción del nuevo tipo de atributo creado.

Figura 76. Creación de tipo de atributos



Formulario de creación de tipo de atributos. El formulario tiene un encabezado con un botón "Guardar & Cerrar" con una marca de verificación. Debajo, hay un recuadro "Tipos de atributo". El formulario contiene tres campos de entrada:

Nombre	Valor
Nombre	Número
Caption	Datos numéricos
Descripción	Este tipo es para los atributos que s

Fuente: autores.

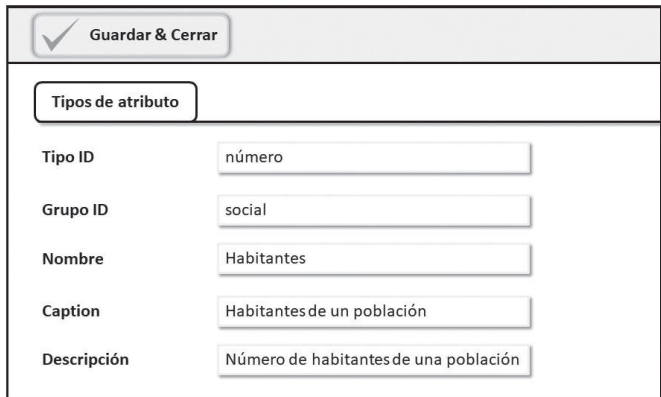
Como se puede observar, el nombre del tipo de atributos es "Número", pero la forma en que este será visualizado por el usuario será como "Datos numéricos".

Los atributos corresponden a la información asociada a cada una de las poblaciones existentes en el sistema y la cual servirá como insumo para realizar las simulaciones y obtener el índice de vulnerabilidad.

Para la creación de un atributo son necesarios los siguientes campos:

- *Nombre*: nombre del atributo.
- *Caption*: se coloca el nombre con el que el nuevo atributo creado será visualizado por el usuario.
- *Descripción*: descripción del nuevo atributo creado.
- *Tipo ID*: tipo de atributo al cual está asociado este atributo.
- *Grupo ID*: grupo de atributo al cual está asociado este atributo.

Figura 77. Creación de atributos



Formulario de creación de atributos. El formulario tiene un encabezado con un botón "Guardar & Cerrar" con una marca de verificación. Debajo, hay un recuadro "Tipos de atributo". El formulario contiene cinco campos de entrada:

Tipo ID	Valor
Tipo ID	número
Grupo ID	social
Nombre	Habitantes
Caption	Habitantes de un población
Descripción	Número de habitantes de una población

Fuente: autores.

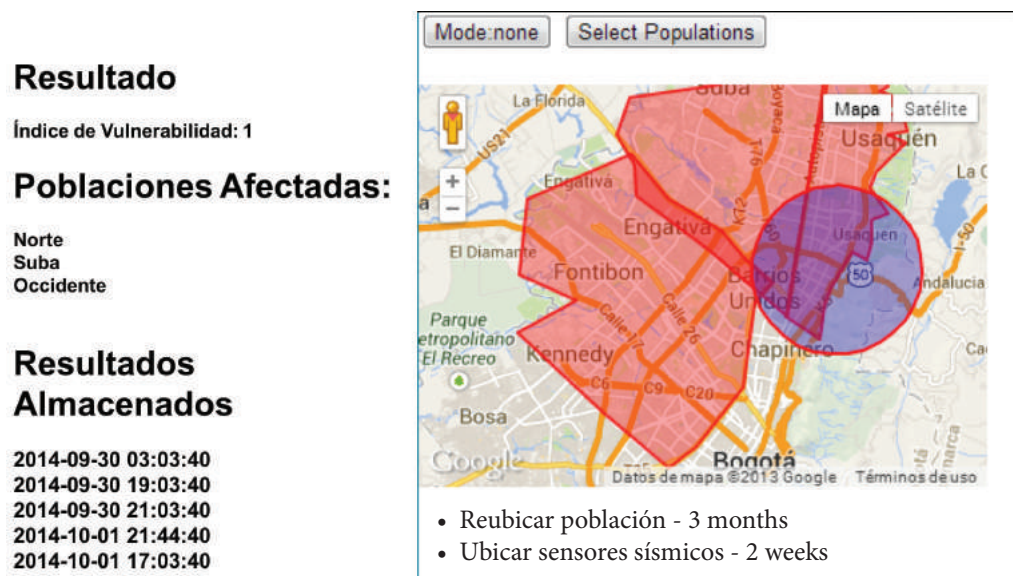
Para definir un área por consultar, el usuario seleccionará el modelo correspondiente y determinará un valor de radio que debe ir en kilómetros (km); de la misma forma, se podrán seleccionar las poblaciones en el sistema, para conocer de manera detallada aquellas que pueden ser afectadas por el área seleccionada.

El sistema representará con un color distintivo (rojo) las poblaciones seleccionadas en el mapa, y el área definida por el usuario tendrá un color distintivo según el valor del índice de vulnerabilidad arrojado por la simulación.

En la figura 78 se puede observar que el área definida por el usuario tiene un índice de vulnerabilidad de 1; por ende, el color representativo del área será de color azul. Este color del área varía según el índice de vulnerabilidad arrojado por la simulación. Adicionalmente, la simulación identificó que el área seleccionada afectó a tres poblaciones existentes en el sistema (norte, sur y occidente).

La forma de comunicación con el sistema de decisiones (encargado de calcular el índice de vulnerabilidad según modelo seleccionado) será a través de archivos XML.

Figura 78. Visualización del área seleccionada



Fuente: autores.

Allí se proveerán los atributos de cada una de las poblaciones afectadas en la simulación, para así poder realizar el cálculo del índice de vulnerabilidad. Esto se puede observar en la tabla 18.

Tabla 17. Tags XML envío de datos

TAG XML	INFORMACIÓN ENVIADA
<zone/>	Coordenadas del área seleccionada (longitud y latitud)
<municipality></municipality>	La población
<basic></basic>	Información básica de cada una de las poblaciones
<GRUPO DE ATRIBUTO></GRUPO DE ATRIBUTO >	El sistema enviará cada uno de los grupos de atributos (educación, social, natural, entre otros) asociado a cada una de las poblaciones
<attribute></attribute>	Se encuentra ubicado dentro del tag de <GRUPO DE ATRIBUTO> y se envía cada uno de los atributos con la información correspondiente de cada uno
<type></type>	Tipo de atributo al cual pertenece un atributo
<value></value>	Valor de cada atributo

Fuente: autores.

En la figura 79 se encuentra la estructura del XML con la información de las poblaciones para calcular el índice de vulnerabilidad.

Figura 79. XML de envío de información

```
< zone lng = " -74.10 " lat = " 4.7 " />

__< municipios >
__< municipio >
__< básico >

_____< nombre >
_____< ! [ CDATA [ Bogotá ] ] >
_____< / nombre >

_____< educación >

_____< atributo id = " 1 " >

_____< tipo id = " 1 " >
_____< ! [ CDATA [ Numero ] ] >
_____< / tipo >

_____< dimension_Territorial id = " 1 " >
_____< ! [ CDATA [ POLITICO-INSTITUCIONAL ] ] >
_____< / dimension_Territorial >

_____< / atributo >

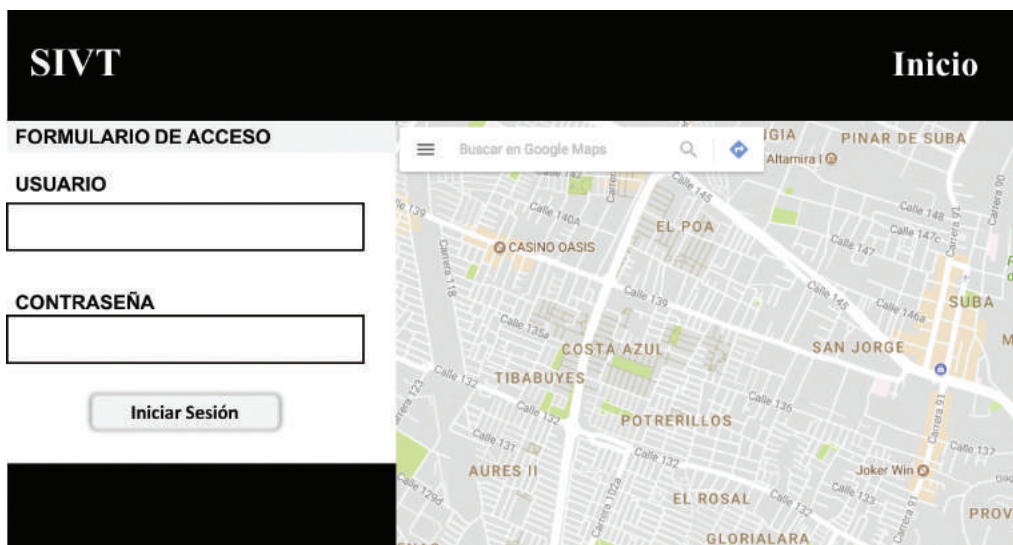
_____< / educación >
```

Fuente: autores.

En la figura anterior se puede observar que el XML está compuesto de una población (Bogotá), datos básicos como número de habitantes (7.155.000), un grupo de atributo (*education*) y dos atributos de este grupo (*attribute id = 1* y *attribute id = 2*).

Dentro del proceso para el cálculo del índice de vulnerabilidad territorial se desarrolla la simulación del SIVT (figura 80), para que esta ejecute cada uno de los servicios web asociados a cada uno de los modelos de decisión seleccionados y se genere un archivo en estructura XML.

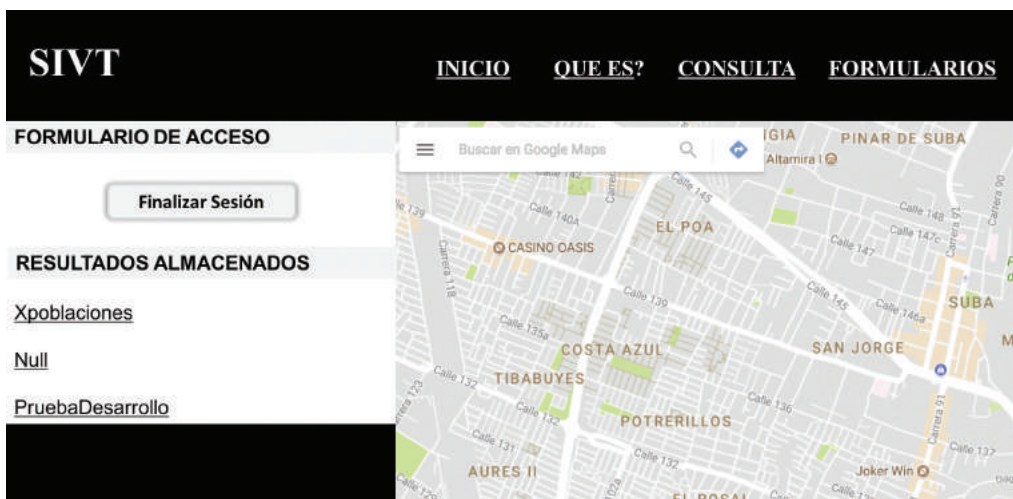
Figura 80. Página principal SIVT



Fuente: autores.

Una vez se ingresa al SIVT, presenta una estructura como la mostrada en la figura 80. La página, cuando ingresa un usuario de consulta al sistema, presenta el mapa en el cual se puede seleccionar la población a consultar; también presenta la información que se ha guardado según las consultas realizadas con anterioridad, lo cual le permite al usuario visualizar si la población que va a consultar ya tiene su previa información, o bien, generar nuevamente la información por un método diferente para tomar decisiones acertadas (figura 81).

Figura 81. Página ingreso al SIVT



Fuente: autores.

De acuerdo con este seguimiento del diseño y funcionamiento del *Front end* establecido, se establece la modificación del diseño en el módulo que muestra al usuario la información relevante a las dimensiones analizadas en las zonas estudiadas, las cuales también deben desplegar las respectivas acciones, tal como se visualiza en la figura 83.

La información también puede ser cargada utilizando la recomendación RFC 4180 *Common Format and MIME Type for Comma-Separated Values (CSV)*, *Files* (Network Working Group, 2005), debido a que facilita la incorporación de varios datos simultáneamente y no requiere digitar cada uno de los formularios, como se especifica en las figuras 77 y 78. La figura 83 presenta un ejemplo del formato CVS para el cargue de la información.

Figura 82. Información y acciones por tomar de zona analizada

SIVT

INICIO

QUE ES?

CONSULTA

FORMULARIOS

FORMULARIO DE ACCESO

Finalizar Sesión

RESULTADOS ALMACENADOS

Xpoblaciones

Null

PruebaDesarrollo

INFORMACIÓN - SUBA

Ambiental

Urbano – Regional

Económico – Productivo

Sociocultural

< educación >

< atributo id = “ 1 ” >

< tipo id = “ 1 ” >

< ! [CDATA [Numero]] >

< / tipo >

< dimension_Territorial id = “ 1 ” >

< ! [CDATA [POLITICO-INSTITUCIONAL]] >

< / dimension_Territorial >

< / atributo >

Fuente: autores.

Figura 83. Formato CVS de cargue de información

VARIABLE	NIVEL IMPORTANCIA	CRITERIO MAX/min	DIMENSIÓN	GRADO DE EXPERIENCIA
Animales en peligro de extinción en la zona afectada	3	min	Ambiental	7
Vegetación endémica en la zona afectada	4	MAX	Ambiental	7
Escombros	2	min	Ambiental	7
Reducción en la calidad de la fuente de abastecimiento de agua potable	5	min	Ambiental	7
Animales endémicos en la zona afectada	2	MAX	Ambiental	7
Tipos de vegetación en la zona	3	MAX	Ambiental	7
Enfermedades por plagas	4	min	Ambiental	3
Cobertura de usos de suelos	3	MAX	Ambiental	3
Área de humedales	4	MAX	Ambiental	3
Área de inundación	3	min	Ambiental	3
Extensión del territorio	4	MAX	Ambiental	7

Fuente: autores.

El carguer de los archivos se realiza una vez se haya especificado el modelo de toma de decisiones, tal como se presenta en la figura 85.

Figura 84. Interfaz de carga

SIVT		INICIO	QUE ES?	CONSULTA	FORMULARIOS
FORMULARIO DE ACCESO		INFORMACIÓN - SUBA			
<input type="button" value="Finalizar Sesión"/>		<u>Ambiental</u> <u>Urbano – Regional</u> <u>Económico – Productivo</u> <u>Sociocultural</u>			
RESULTADOS ALMACENADOS		ELECTRE III THRESHOLDS			
<u>Xpoblaciones</u> <u>Null</u> <u>PruebaDesarrollo</u>		CARGAR ARCHIVO CONDICIONES DE ARCHIVO 1. El nombre del archivo debe ser: Prueba.csv 2. El formato debe ser: csv 3. El archivo debe tener 7 criterios (Actores) 4. El archivo debe contener datos de 5 dimensiones			
		<input type="button" value="Seleccionar Archivo"/>		<input type="button" value="Subir Archivo"/>	

Fuente: autores.

Pruebas del algoritmo comparación entre R y PHP

Se ejecutaron por separado en R cada uno de las dimensiones, para poder obtener los vectores de *ranking* que se usaron para obtener el promedio; luego se imprimieron los vectores que se usaron para obtener el promedio en PHP y se compararon para verificar que poseían la misma cantidad de registros y los mismos valores, antes de normalizarlos y generar el promedio (solo se adjuntan los vectores de *ranking* ascendente).

Ranking político R:

```
Distillation_1
Etape 1
v 1 v 2 v 3 v 4 v 5 v 6 v 7 v 8 v 9 v 10 v 11 v 12 v 13 v 14 v 15 v 16 v 17 v 18 v 19 v 20 v 21
1 6 0 1 1 1 6 13 13 6 6 6 6 18 18 6 13 13 13 1 18
```

Ranking ambiental R:

```
Console C:/Users/CésarJulian/Downloads/
Distillation_2
Etape 1
v 1 v 2 v 3 v 5 v 6 v 9 v 10 v 11 v 12 v 13 v 14 v 15 v 16
3 0 11 1 1 5 6 7 9 11 3 9 7
```


Ranking social R:

Distillation_1																																						
stage 1																																						
v 1	v 2	v 3	v 4	v 5	v 6	v 7	v 8	v 9	v 10	v 11	v 12	v 13	v 14	v 15	v 16	v 17	v 18	v 19	v 20	v 21	v 22	v 23	v 24	v 25	v 26	v 27	v 28	v 29	v 30	v 31	v 32	v 33	v 34	v 35	v 36	v 37	v 38	v 39
5	0	5	0	0	5	0	14	25	14	5	14	18	30	34	9	11	25	0	14	25	25	14	25	25	25	14	25	25	25	11	14	11	14	25	25	25	38	

Ranking económico R:

Distillation_1												
Etape 1												
v 1	v 2	v 3	v 4	v 5	v 6	v 7	v 8	v 9	v 10	v 11	v 12	
3	3	3	1	1	3	3	3	3	0	11	3	

Ranking construido R:

Distillation_1																									
Etape 1																									
v 1	v 2	v 3	v 4	v 5	v 6	v 7	v 8	v 9	v 10	v 11	v 12	v 13	v 14	v 15	v 16	v 17	v 18	v 19	v 20	v 21	v 22	v 23	v 24	v 25	v 26
25	21	22	2	22	17	0	17	4	4	4	17	17	4	4	4	4	22	4	4	4	0	4	4	4	2

La figura 85 presenta los vectores de ranking obtenidos desde la aplicación en PHP.

Figura 85. Ranking de vectores

SIVT

[INICIO](#)[QUE ES?](#)[CONSULTA](#)[FORMULARIOS](#)

FORMULARIO DE ACCESO

Finalizar Sesión

RESULTADOS ALMACENADOS

Xpoblaciones

Null

PruebaDesarrollo

INFORMACIÓN - SUBA

Ambiental

Urbano – Regional

Económico – Productivo

Sociocultural

Ranking-----

-----El vector Ranking_Politico-----

1 0 4 6 1 1 1 1 6 13 6 13 13 6 6 18 18 13 13 1 1 -----

-----FIN Ranking_Politico-----

Ranking-----

-----El vector Ranking_ambiente-----

1 2 4 2 1 1 2 1 6 13 2 13 13 2 6 18 18 12 13 2 3 1 -----

-----FIN Ranking_ambiente-----

Ranking-----

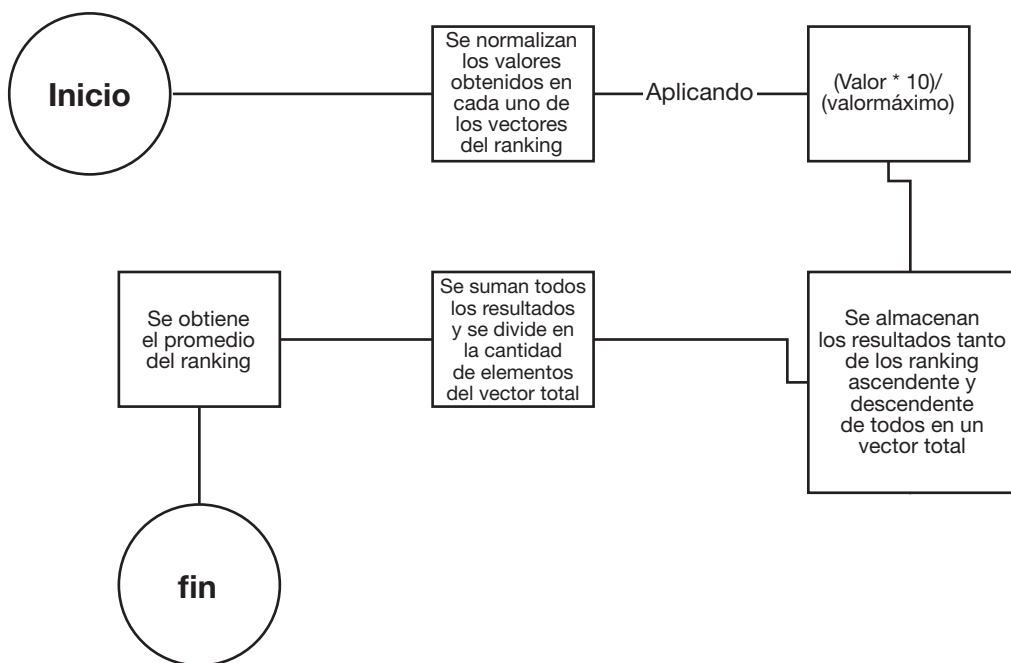
-----El vector Ranking_Social-----

1 0 4 0 1 1 1 1 0 13 6 10 13 6 6 10 18 13 10 1 3 0 -----

Fuente: autores.

La figura 86 presenta el procedimiento para la normalización y generación del promedio.

Figura 86. Normalización de promedio



Fuente: autores.

Al tener el sistema listo para su ejecución, se realizó la modificación de algunos archivos .php contenidos dentro del *Back end* del sistema, desarrollado en Joomla en anteriores instancias del proyecto general, para la correcta toma del resultado generado por el módulo de toma de decisiones del *web services* y su posterior publicación en el *Front end*.

Los contenidos editados, los cuales se encuentran dentro de la ruta C:\xampp\htdocs\SIVT, y cada una de sus funciones se relacionan a continuación:

Página de inicio del mapa SIVT:

C:\xampp\htdocs\SIVT\components\com_SIVT\views\home\tmpl\default.php

- Inicia API de Google Maps y *scripts*, ubicados en la carpeta Assets con las coordenadas específicas de las zonas afectadas en el estudio, para seleccionar *población*.
- C:\xampp\htdocs\SIVT\components\com_SIVT\views\home\view.html.php
- De acuerdo con las municipalidades almacenadas en la base de datos, se genera la búsqueda y activa los *scripts*, para calcular y dibujar el área afectada.
- Definición de las opciones de consulta.
- C:\xampp\htdocs\SIVT\components\com_SIVT\views\selectradio\tmpl

- Ejecución de los Javascripts de los mapas para el inicio de selección de población.
- Selección del modelo de toma de decisión y el radio correspondiente, para ejecutar los cálculos en el ws.

Página cliente del Web Service AHP:

C:\xampp\htdocs\SIVT\components\com_SIVT\controller.php

- Arma el XML que necesita el WS.
- Consume el WS.
- Almacena en BD el resultado que retorna el WS.

Página que presenta el resultado del índice de vulnerabilidad que retorna el WS:

C:\xampp\htdocs\SIVT\modules\mod_SIVT_result\tml\default.php

- Crea el objeto \$Result para invocar el API.
- Llama al método ParseResultXMLFromwsAhpFuzzy
- Envía resultado al *Front end*.

Api:

C:\xampp\htdocs\SIVT\libraries\SIVT\attribute\api.php

- Se agrega nueva función para leer el Nuevo XML que retorna el WS.
- Se agrega nueva clase para leer el XML SIVTWsAhpFuzzyResult.

Obtiene el índice de vulnerabilidad y las dimensiones.

Conclusiones

La Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres en Colombia afirma:

La gestión del riesgo se constituye en una política de desarrollo indispensable para asegurar la sostenibilidad, la seguridad territorial, los derechos e intereses colectivos, mejorar la calidad de vida de las poblaciones y las comunidades en riesgo y, por lo tanto, está intrínsecamente asociada con la planificación del desarrollo seguro, con la gestión ambiental territorial sostenible, en todos los niveles de gobierno y la efectiva participación de la población.

En este sentido, la metodología propuesta puede convertirse en una herramienta usada para evaluar los efectos de desastres naturales en diferentes zonas del país, involucrando a las comunidades, los actores y las instituciones en los procesos de toma de decisión, planificación y acción en torno al riesgo. Hacia futuro, esto permitirá tener mejores estrategias de prevención y, por ende, mejorar la calidad de vida de las poblaciones ubicadas en zonas en riesgo por amenazas naturales, asegurando su sostenibilidad. Por tal motivo, las universidades desempeñan un papel importante en los temas relevantes en la gestión del riesgo, pues es evidente su capacidad técnico-científica, al entender la gestión del riesgo como un tema integral e incluyente (Ley 1523 de 2012, Política Nacional del Riesgo). Así, este estudio pretende aportar elementos que sirvan como base para el establecimiento de políticas públicas para la gestión de la vulnerabilidad de los territorios en el país.

La falta de uniformidad y consenso en las definiciones en el contexto de gestión del riesgo hace que los esfuerzos que se adelantan para mejorar las condiciones de vida de las comunidades en riesgo sean atomizados, dado que no se canalizan para lograr atacar las múltiples aristas que tiene el riesgo. Con base en un análisis de las diferentes metodologías de evaluación del riesgo y de conceptualizaciones diversas de vulnerabilidad, se propone un abordaje de la vulnerabilidad cimentado en el equilibrio entre las tradicionales formas de atacar la vulnerabilidad (desde las ciencias sociales y desde la ciencias naturales) junto con cinco definiciones de vulnerabilidad que son

reflejo de cada una de las dimensiones del territorio esquemáticamente propuestas por el Departamento de Planeación Nacional (2010): vulnerabilidad económico-productiva, vulnerabilidad político-institucional, vulnerabilidad ambiental, vulnerabilidad urbano-regional y vulnerabilidad sociocultural. Cada una de ellas abarca aspectos que no son independientes de las otras dimensiones y pretenden ser una herramienta para comprender la vulnerabilidad del territorio de forma holística y con visión de sistema.

Aun con las limitaciones de la información disponible para considerar todos los factores propuestos, es factible realizar una aproximación a cuantificar y cualificar la vulnerabilidad en el territorio colombiano. La nueva metodología propuesta y el enfoque global pueden llegar a convertirse en una herramienta en la que la toma de decisiones no solo se soporte en indicadores sectoriales, sino que incorpore el conocimiento experto de las comunidades locales, sus percepciones, sus referentes y formas de vida. En este sentido, se espera que las acciones para la prevención del riesgo y manejo de desastres propuestas sean particulares, orientadas a las características propias de cada comunidad y su entorno. Esto permitirá generar procesos territoriales que aumenten la resiliencia de una región.

Los valores humanos asumidos y vivenciados por toda una comunidad crean realidades dinámicas que permiten la cohesión social de los individuos de un territorio; de ahí la importancia de que un ejercicio de acción comunicativa (teoría de la acción comunicativa) se base en la comunicación referida a la acción social del lenguaje; además, es necesario comprender el contexto social como un conglomerado de sistemas complejos y estructurados (Jürgen, 1981). Para esto, es necesario tener en cuenta las normas o reglas obligatorias de acción que definen formas recíprocas de conducta; estas han de ser entendidas y reconocidas intersubjetivamente, es decir, que las cosas son según las llamemos. El resultado de esto es que la verdad se produce por el consenso de los individuos que, desde su condición de interlocutores válidos, contribuyen a la toma de decisiones y se comprometen con los acuerdos. Esta teoría se ha convertido en un imperativo para construir modelos sociales democráticos, participativos y con gran capacidad de autodeterminación y de autogestión, aspectos necesarios en la gestión del riesgo. Las consecuencias actuales de los fenómenos naturales abren un horizonte acerca del contexto en el que se deben tomar decisiones y además conocer la responsabilidad que como seres humanos tenemos.

La resiliencia es otra opción teórica en esta investigación. Este término tiene su origen en la física y se deriva del verbo latino *resilio*, el cual se refiere a la capacidad de un material de recobrar su forma original después de haber estado sometido a altas presiones. En cierto sentido es asimilable a la elasticidad, y por analogía, en las ciencias humanas —particularmente en la psicología— se utilizó para dar cuenta de la capacidad humana que permite a las personas, a pesar de atravesar situaciones adversas, dolorosas o difíciles, poder salir de ellas no solamente a salvo, sino aún enriquecidas por la experiencia (Campo et al., 2011). Las comunidades son más resilientes si sus integrantes tienen proyectos comunes, donde vean representados sus intereses personales y, en consecuencia, se comprometen y se mantienen cohesionados. El marcado

individualismo que caracteriza las acciones personales de muchos colombianos en la sociedad dificulta participar en acciones colectivas de gestión de riesgo.

Los problemas de gestión ambiental y evaluación de riesgo son comúnmente abordados a través de técnicas de análisis multicriterio por la transparencia en la construcción, la estructuración del problema y el aprendizaje en la toma de decisiones. Esto se realiza mediante el trabajo conjunto de los actores del sistema, la retroalimentación del proceso y el aprendizaje de los modelos. La arquitectura orientada a servicios, combinada con los modelos de toma de decisiones bajo MCDA, se vislumbra como la estrategia más adecuada para el desarrollo de un Sistema Soporte de Decisiones, debido a la posibilidad de modificar, adicionar, eliminar modelos, comparar resultados y evaluar las posibilidades del sistema para el análisis de vulnerabilidad territorial, en función de permitir la toma de medidas relacionadas con prevención, atención, mitigación y reconstrucción en el corto, mediano y largo plazo. La arquitectura orientada a servicios facilita la construcción de sistemas de toma de decisiones flexibles y dinámicas, teniendo en cuenta vacíos en la información o criterios de jerarquización.

Bibliografía

- Acosta Ríos, M., Díaz Pacheco, R. y Anaya Salazar, A. (2009). Revisión de técnicas de análisis de decisión multicriterio (multiple criteria decision analysis - MCDA) como soporte a problemas complejos: pronósticos de demanda. *Guillermo de Ockham* 7, 91-110.
- Alexander, E. (1999). Vulnerability. En R. W. Fairbridge, (Ed.), *Encyclopedia of environmental science*. Dordrech: Kluwer Academic Publishers.
- Álvarez, C. (2008). La etnografía como modelo de investigación en educación. *Gazeta de Antropología*, 24(1).
- Alvarez-Guerra, M., Viguri, J. y Voulvoulis, N. (2009). A multicriteria-based methodology for site prioritisation in sediment management. *Environ. Int.*, 35, 920-930.
- Ananda, J. y Herath, G. (2009). A critical review of multi-criteria decision making methods with special reference to forest management and planning. *Ecol. Econ.*, 68, 2535-2548.
- Anderson, M. y Wooddrow, P. (1991). Reducing vulnerability to drought and famine: developmental approaches to relief. *Disasters*, 15(1), 43-54.
- Aragón, E., Poveda, A. y González, A. M. (2012). *Estado del arte de las variables usadas para comparar el impacto de los desastres naturales en Colombia*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.
- Aragón, E., Poveda, A. y González, A. (2012). *Estado del arte de las variables usadas para comparar el impacto de los desastres naturales en Colombia*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Ascough II, J., Maier, H., Ravalico, J. y Strudley, M. (2008). Future research challenges for incorporation of uncertainty in environmental and ecological decision-making. *Ecol. Model.*, 219, 383-399.
- Bac-Bronowicz, J. y Maita, N. (s. f.). Mapping Social Vulnerability to Earthquake Hazards by using Analytic Hierarchy Process (AHP) and GIS in Tehran City.
- Bailey, D., Loos, J., Perry, E. y Wood, R. (2000). A retrospective evaluation of 316(b) mitigation options using a decision analysis framework. *Environ. Sci. Policy*, 3, 25-36.
- Banco de la República (2011). Después de la inundación. *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional*, 150. Recuperado de http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/DTSER_150_0.pdf

- Banco Interamericano de Desarrollo (2010). *Riesgos ante desastres naturales para Latinoamérica y El Caribe*. Recuperado de <http://www.iadb.org/es/noticias/articulos/2010-09-30/desastres-naturales-en-america-latina-y-el-caribe-bid,8017.html>.
- Banco Mundial (2014a). Colombia datos. Recuperado de <http://www.bancomundial.org/es/country/colombia>
- Banco Mundial (2014b). Esperanza de vida al nacer, mujeres (años). Recuperado de <http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.DYN.LE00.MA.IN/countries/CO-XJ-XT?display=default>
- Banco Mundial (2014c). Esperanza de vida al nacer, varones (años). Recuperado de <http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.DYN.LE00.MA.IN/countries/CO-XJ-XT?display=default>
- Bankoff, G., Frerks, G. y Hilhorst, D. (2004). *Mapping vulnerability: Disasters, development and people*. Earthscan Publishers.
- Behzadian, M., Kazemzadeh, R., Albadvi, A. y Aghdasi, M. (2010). Promethee: a comprehensive literature review on methodologies and applications. *Eur. J. Oper. Res.*, 200. 198-215.
- Bell, M., Hobbs, B. y Ellis, H. (2003). The use of multi-criteria decision-making methods in the integrated assessment of climate change: implications for IA practitioners. *Socioecon. Plann. Sci.*, 37, 289-316.
- Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I. y Wisner, B. (2003). *At risk. Natural hazards, people's vulnerability and disasters*. Recuperado de http://www.preventionweb.net/files/670_72351.pdf
- Bolívar, H., Crespo, R. y Sanjuán, O. (2013). Architectural approach to interoperability between multi-agent system and 3D virtual worlds. *Computing Colombian Conference (8CCC)*. Doi: 10.1109/ColombianCC.2013.6637528
- Botero, V. (2009). Geo-information for measuring vulnerability to earthquakes: a fitness for use approach. Recuperado de http://www.itc.nl/library/papers_2009/phd/botero.pdf
- Brans, J. y Vincke, P. (1985). A preference ranking organization method (The Promethee method for multiple criteria decision-making. *Managment Science*, 31, 647-656.
- Büyüközan, G. K. y Ruan, D. (2004). A fuzzy multi-criteria decision approach for software development strategy selection. *Intern. Journal of General Systems*, 33(2), 259.
- Calizaya, A., Meixner, O., Bengtsson, L. y Berndtsson, R. (2010). Multi-criteria Decision Analysis (MCDA) for Integrated Water Resources Management (IWRM) in the Lake Poopo Basin, Bolivia. *Water Resour. Manag.*, 24, 2267-2289.
- Calvo, D., Piñeros, V. N. y Villegas, P. A. (2013). *Causas y afectaciones por fenómenos volcánicos en el sistema territorial del eje cafetero como insumo para la*

- formulación de indicadores de gestión de riesgo*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.
- Campo Vásquez, R., Granados Ospina, L. F., Muñoz Ortega, S. L., Rodríguez Arenas, M. S. y Trujillo García, S. (2011). Caracterización del avance teórico, investigativo y/o de intervención en resiliencia desde el ámbito de las universidades en Colombia. *Univ. Psychol.*, 11, 545-557.
- Cannon, T. (1991). A hazard need not a disaster make: rural vulnerability and the causes of natural disasters. Research seminars in rural development studies. Recuperado de <http://cidbimena.desastres.hn/pdf/eng/doc4346/doc4346-a.pdf>
- CAPRA (2011). Recuperado de www.ecapra.org: <http://www.ecapra.org/es/metodologia/C3%ADa-de-evaluaci%C3%B3n-probabilista-de-riesgos-naturales>
- Cardona, O. (2001a). *Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos* (tesis de doctorado). Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Cardona, O. (2001b). La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. Una crítica y una revisión necesaria para la gestión. Recuperado de <http://www.desenredando.org/public/articulos/2001/repvuln/RepensarVulnerabilidadyRiesgo-1.0.0.pdf>
- Carrillo, E. H., Ruiz, K.S. y Villegas, P.A. (2012). *Bases para la elaboración de un plan de contingencia para inundaciones en el sur del Atlántico en Colombia*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.
- Chan, F. y Kumar, N. (2007). Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach. *Omega*, 35, 417-431.
- Chang, D.-Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *Eur. J. Oper. Res.*, 95, 649-655.
- Chaux, W. (1989). Vulnerabilidad global y pobreza. Recuperado de <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/Geo2/contenid/vulner7.html>
- Chen, G., Tao, L. y Zhang, H. (2009). Study on the methodology for evaluating urban and regional disaster carrying capacity and its application. *Saf. Sci.*, 47, 50-58.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) (2005). Atención inmediata y recuperación básica: planes de contingencia y restauración de servicios. En *Políticas públicas para la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales y socionaturales* (pp. 44-54). Santiago de Chile: Autor.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) (2012). *Valoración de daños y pérdidas. Ola invernal en Colombia, 2010-2011*. Bogotá: Misión BID y Cepal.
- Congreso de la República de Colombia (2012, 24 de abril). Ley 1523 de 2012, por la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. *Diario Nacional* 48.411.

- Cortés V. y. Pineda, M. (2005). *Metodología de análisis y proyección del riesgo del sistema de abastecimiento de agua potable*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Deemer, P., Benefield, G., Larman, C. y Vodde, B. (2010). *The Scrum Primer 2010*. Recuperado de <http://www.brianidavidson.com/agile/docs/scrumprimer121.pdf>
- Departamento Administrativo de la Presidencia de la República (DAPRE) (2012). *Informe al Congreso*. Recuperado de http://wsp.presidencia.gov.co/dapre/Documents/Informe-Congreso/Informe_congreso_2012.pdf
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2005). *Censo general 2005*. Recuperado de <http://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-registros-vitales/censos/censo-2005>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2012). *Comunicado de prensa. Producto Interno Bruto - cuarto trimestre y total anual 2012*. Recuperado de http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/cp_PIB_IV-trim12.pdf
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y Corporación Colombia Internacional (DANE & CCI) (2010). *Oferta agropecuaria cifras 2010*. Recuperado de http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/public/ena/ena_2010.pdf
- Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2010). *Orientaciones conceptuales y metodológicas para la formulación de visiones de desarrollo territorial*. Bogotá: Autor.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2012). *Desempeño fiscal*. Recuperado de <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-territorial/evaluacion-y-seguimiento-de-la-descentralizacion/Paginas/desempeno-fiscal.aspx>
- Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2014). *Guía para la realización de paneles de expertos en la valoración de riesgos transferibles en proyectos de asociación público privada*. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Participacin%20privada%20en%20proyectos%20de%20infraestructu/Nota%20T%C3%A9cnica%206.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación (DNP) y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2003). *Programa de desarrollo sostenible de la región de La Mojana*. Recuperado de http://www.planesmojana.com/documentos/estudios/PDSM-FAO%202003/251_Libro%20PDSM%20%282003%29.pdf
- Departamento Nacional de Planeación (DNP), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Dirección de Desarrollo Territorio (DDT) (2013). *Programa de desarrollo sostenible de la región de la Mojana*. Recuperado de <http://www.incoder.gov.co/documentos/Estrategia%20de%20Desarrollo%20Rural/Pertiles%20Territoriales/ADR%20MOJANA/Otros/Programa%20de%20Desarrollo%20Sostenible%20de%20la%20Mojana.pdf>

- Dirección de Gestión del Riesgo (2010). *Guía municipal para la gestión del riesgo*. Recuperado de <http://www.gestiondelriesgo.gov.co/snigrd/archivos/GMGRColombia.pdf>
- Dooge, J. (2004). *Water and ethics. Ethics of water - related disasters*. París: Unesco.
- Duque-Escobar, G. (2012). Sismos y volcanes en el eje cafetero: caso Manizales. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/6544/187/gonzaloduqueescobar.201220.pdf>
- Dwyer, A. (2004). *Quantifying social vulnerability a methodology for identifying those at risk to natural hazards*. Recuperado de https://d28rz98at9flks.cloudfront.net/61168/Rec2004_014.pdf
- Einstein, A. y Infeld, L. (1971). *The Evolution of Physics: The growth of ideas from early concepts to relativity and quanta*. CUP Archieve.
- Environmental Protection Agency (2000). *Guidelines for ecological risk assessment U.S.* Recuperado de <https://www.epa.gov/risk/guidelines-ecological-risk-assessment>
- ERN (2008). CAPRA Probabilistic Risk Assessment Program. Recuperado de <http://www.ecapra.org>
- Espitia, J. A., Páez, N. E. y Villegas, P. A. (2014). *Diseño de una herramienta para la atención y prevención del riesgo por inundación en el municipio de San Marcos en el departamento de Sucre*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.
- Federación Internacional de la Cruz Roja (2006). *¿Cómo se hace un AVC? Guía práctica para el personal y los voluntarios de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja*. Ginebra. Recuperado de <http://www.ifrc.org/Global/Publications/disasters/vca/how-to-do-vca-sp.pdf>
- Figueira, J. y Greco, S. (2005). *Multiple Criteria Decision Analysis: state of the art surveys*. Nueva York: Springer.
- Fisher, B. (2006). Fuzzy approaches to environmental decisions: application to air quality. *Environ. Sci. Policy*, 9, 22-31.
- Fondo de Prevención y Atención de Emergencias. (2011). *Evaluación holística del riesgo sísmico de la ciudad de Bogotá. Informe final original grupo de escenario de daños diciembre de 2011*. Bogotá: Autor.
- Foschiatti, A. (2009). *Aportes conceptuales y empíricos de la vulnerabilidad global*. Chaco: Universidad Nacional del Nordeste.
- García, L. (2010). *Revista de Estudios Regionales*, 183.
- Garth Arnold, B. et al. (2012). Modeling Social Vulnerability in Burkina Faso. Recuperado de <https://goo.gl/pWR29P>

- Gilliams, S., Raymaekers, D., Muys, B. y Orshoven, J. (2005). Comparing multiple criteria decision methods to extend a geographical information system on afforestation. *Comput. Electron. Agric.*, 49, 142-158.
- Glade, T. (2003). Vulnerability assessment in landslide risk analysis. *Die Erde*, 134(2), 123-146.
- Gobierno de España, Ministerio de Sanidad y Consumo (2008). *Guía de enfermedades infecciosas importadas*. Madrid: Autor. Recuperado de <http://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/promocion/migracion/docs/GuiaEnfInflmp.pdf>
- Gobierno Regional del Cusco (2011). *Herramienta para integrar la reducción del riesgo en desastres en proyectos de agua y saneamiento rural*. Cusco: Autor.
- Goumas, M. y Lygerou, V. (2000). An extension of the Promethee method for decision making in fuzzy environment: Ranking of alternative energy exploitation projects. *Eur. J. Oper. Res.*, 123, 606-613.
- Greening, L. y Bernow, S. (2004). Design of coordinated energy and environmental policies: use of multi-criteria decision-making. *Energy Policy*, 32, 721-735.
- Guitouni, A. y Martel, J. (1998). Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method. *Eur. J. Oper. Res.*, 109, 501-521.
- Haimes, Y. (2011). Harmonizing the Omnipresence of MCDM in Technology, Society, and Policy. En Y Shi. et al. (eds.), *New State of MCDM in the 21st Century, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems* (pp. 13-33). Berlín: Springer.
- Hajkowicz, S. (2007). A comparison of multiple criteria analysis and unaided approaches to environmental decision making. *Environ. Sci. Policy*, 10, 177-184.
- Hajkowicz, S. y Higgins, A. (2008). A comparison of multiple criteria analysis techniques for water resource management. *Eur. J. Oper. Res.*, 184, 255-265.
- Hayashi, K. (2000). Multicriteria analysis for agricultural resource management: A critical survey and future perspectives. *Eur. J. Oper. Res.*, 122, 486-500.
- Herrera, M. y Osorio, J. (2006). Modelo para la gestión de proveedores utilizando AHP difuso. *Estudios Gerenciales*, 99.
- Homez, D. R., Siachoque, L. J. y Bolívar, H. D. (2012). *Diseño de un sistema web de soporte a la toma de decisiones como herramienta de planificación de acciones frente a desastres naturales en Colombia*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Ingeniería.
- Huang, C. y Inoue, H. (2007). Soft risk maps of natural disasters and their applications to decision-making. *Inf. Sci.*, 177, 1583-1592.
- Huang, I., Keisler, J. y Linkov, I. (2011). Multi-criteria decision analysis in environmental sciences: Ten years of applications and trends. *Sci. Total Environ.*, 409, 3578-3594.

- Hwang, C. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Berlín: Springer.
- Index Mundi (2014). *Población: Densidad de población, Colombia*. Recuperado de <http://www.indexmundi.com/g/g.aspx?v=21000&c=co&l=es>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2011). *Reportes de áreas afectadas por inundaciones 2010-2011*. Bogotá: Autor.
- Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) (2006). *Manual básico para estimar el riesgo*. Lima: Autor.
- Janssen, R. (2001). On the use of multi-criteria analysis in environmental impact assessment in The Netherlands. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 10(2), 101-109.
- Jürgen, H. (1981). *Theorie des Kommunikativen Handelns*. Fráncfort: Suhrkamp.
- Kim H., L. D., Park C., K. S., Son, Y. y Park, J. (2015). Evaluating hazard using RCP 4.5 and 8.5 scenarios. *Environmental Earth Sciences*, 73(3), 1385-1400.
- Kohler, A. J. (2004). *Guidelines: Risk analysis, a basis for disaster risk management*. Eschborn: GmbH.
- Kroes, P. (2012). *Technical artefacts: creations of mind and matter* (1.a ed.). Netherland: Springer.
- Lavell, A. (1997). *Viviendo en riesgo. Comunidades vulnerables y prevención de desastres en América Latina*. Bogotá: Tercer Mundo.
- Leimbach, M. (1996). Development of a Fuzzy optimization model, supporting global warming decision-making. *Environ. Resour. Econ.*, 7, 163-192.
- López, F. A., Álvarez, A. F. y Villegas, P. A. (2013). *Retrospectiva de las catástrofes naturales en Colombia Gestión de riesgos en el sur del Atlántico*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.
- Matthias Dorfstätter, J. (2012). *Social Vulnerability Indicator Breakdown on Disaster Risk Management Actions*. Viena: Universidad de Lincoln y Universidad de Recursos Naturales y Ciencias de la Vida
- Mendoza, F. (2011). *Metodología: indicadores de vulnerabilidad ante fenómenos naturales para centro américa y Republica Dominicana*. Recuperado de <http://www.preventionweb.net/publications/view/22970>
- Mendoza, G. y Martins, H. (2006). Multi-criteria decision analysis in natural resource management: A critical review of methods and new modelling paradigms. *For. Ecol. Manag.*, 230, 1-22.

- Michel-Kerjan, E. et al. (2012). Catastrophe risk models for evaluating disaster risk reduction investments in developing countries. *risk reduction investments in developing countries. Risk Analysis*, 33(6), 984-999.
- Mojica, J. I., Castellanos, C., Usma, J. y Álvarez-León, R. (2002). *Libro rojo de peces dulceacícolas de Colombia*. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente.
- Morales, J. (2002). Psicología e intervención psicosocial: Acción psicosocial e intervención psicosocial. *Acción Psicológica Barcelona*, 1(1), 11-24.
- Moreno, A. (2011). ¿Qué es la teoría general de sistemas? Recuperado de <https://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia/que-es-la-teoria-general-de-sistemas>
- Munda, G., Nijkamp, P. y Rietvel (1995). Qualitative multicriteria methods for fuzzy evaluation problems: An illustration of economic-ecological evaluation. *Research, European Journal of Operational*, 82(1), 79-97.
- Network Working Group (2005). Request for Comments: 4180. Common Format and MIME Type for Comma-Separated Values (CSV) Files. Recuperado de <https://tools.ietf.org/html/rfc4180>
- Nova, H. M. y Villegas, P. A. (2012). *Análisis de los efectos en el sistema territorial después de una catástrofe natural, casos de estudio: inundaciones de BOSA y Chía*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.
- OGC (2011). OPEN GIS, Reference Model, Open Geospatial Consortium Inc. Recuperado de <http://www.opengeospatial.org/standards/orm>
- Omidvar, B.-S. M. (2013). Temporay site selection and decision- making methods: a case study of Tehran, Iran. *Disasters*, 37(3), 536-553.
- Orencio, P. y Fujii, M. (2013). A localized disaster-resilience index to assess coastal communities based on an analytic hierarchy process (AHP). *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 3, 62-75.
- Organización de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (2013). *Vivir con el riesgo: Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres*. Recuperado <http://www.eird.org/vivir-con-el-riesgo/capitulos/ch2-section3.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud (1998). Mitigación de desastres naturales en sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario. En *Guías para el análisis de vulnerabilidad*. Washington: autor.
- Paéz, S. M., Mora, S. O. y Villegas, P. A. (2012). *Estado del arte sobre metodologías para evaluar la afectación del sistema territorial, basado en antecedentes a nivel mundial, que permitan prevenir o mitigar las consecuencias posteriores a una catástrofe natural*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

- Pardo, Y. A., Quintero, J. A. y Bolívar, H. D. (2012). *Prototipo de un sistema de información web de apoyo en la planificación y toma de decisiones frente a desastres naturales ocurridos en Colombia*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Ingeniería.
- Pearson, L., Nelsonc, R., Crimp, S. y Langridge, J. (2011). Interpretive review of conceptual frameworks and research models that inform Australia's agricultural vulnerability to climate change. *Environ. Model. Softw.*, 26, 113-123.
- Pollard, S., Davies, G., Coley, F. y Lemon, M. (2008). Better environmental decision making — Recent progress and future trends. *Sci. Total Environ*, 400, 20-31.
- Pressman, R. (2010). *Software Engineering. A Practitioner's Approach*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2004). *Evaluación de riesgo de desastres*. Nueva York: Autor.
- Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD) (2013). *Informe sobre desarrollo humano 2013*. Recuperado de http://www.undp.org/content/dam/venezuela/docs/undp_ve_IDH_2013.pdf
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2014). *Objetivos de desarrollo del milenio Colombia 2014*. Bogotá: Autor.
- Ramírez, A. (1996). Aplicación de algunos modelos matemáticos a la toma de decisiones. *Política Cultural*, 6, 183-198.
- Roy, B. (1968). Classement et choix en présence de points de vue multiples (la méthode Electre). *La Revue d'Informatique et de Recherche Opérationnelle (RIRO)*, 1(2), 57-75.
- Rumbaugh, J., Jacobson, I. y Booch, G. (1999). *The Unified Modeling Language Reference Manual*. Recuperado de <http://ff.tu-sofia.bg/~bogi/France/SoftEng/books/Addison%20Wesley%20-%20UML%20Reference%20Manual.pdf>
- Saaty, L. (1980). *The analytical hierarchy process*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Saaty, T. (1990). *The analytic hierarchy process: planing, priority setting, resource allocation*. Pensilvania: Universidad Estatal de Pensilvania.
- Salminen, P., Hokkanen, J. y Lahdelma, R. (1998). Comparing multicriteria methods in the context of environmental problems. *Eur. J. Oper. Res.*, 104, 485-496.
- Schmidtlein, M., Shafer, J., Berry, M. y Cutter, S. (2011). Modeled earthquake losses and social vulnerability in Charleston, South Carolina. *Appl. Geogr.*, 31, 269-281.
- Serna, A. (. (2009). *Memorias en crisoles: Propuestas teóricas, metodológicas y estratégicas para los estudios de la memoria*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas y Centro de Memoria, Paz y Reconciliación Distrital.
- Servicio Geologico Colombiano (2015). *Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa*. Bogotá: Autor.

- Shackley, S. y McLachlan, C. (2006). Trade-offs in assessing different energy futures: a regional multi-criteria assessment of the role of carbon dioxide capture and storage¹. *Environ. Sci. Policy*, 9, 376-391.
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) (2011). *Lineamientos para la revisión de los planes de contingencia para la sostenibilidad en la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado*. Recuperado de <http://superservicios.gov.co/home/web/guest/inicio>
- Tamura, H., Yamamoto, K., Tomiyama, S. y Hatono, I. (2000). Modeling and analysis of decision making problem for mitigating natural disaster risks. *Eur. J. Oper. Res.*, 122, 461-468.
- Torres, L. A., Oidor, W. D. y Bolívar, H. D. (2014). *Identificación del índice de vulnerabilidad territorial a partir de modelos jerárquicos y heurísticos aplicando SOA*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Ingeniería.
- Torres, S., Medellín, J. y Villegas, P. (2011). *Restrospectiva internacional de desastres naturales*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.
- Tzeng, G., Tsaor, S., Laiw, Y. y Opricovic, S. (2002). Multicriteria analysis of environmental quality in Taipei: public preferences and improvement strategies. *J. Environ. Manage.*, 65, 109-120.
- Vargas, D. (2014). *Metodología para estimar el riesgo en los sistemas de abastecimiento de agua potable en Colombia*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Vega, A. E., Monroy, J. A. y Bolívar, H. D. (2013). *Frontend del sistema de información para la identificación de vulnerabilidad territorial*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Ingeniería.
- Villegas-González, P. A., Ramos-Cañón, A. M., González-Méndez, M., González-Salazar, R. E., & De Plaza-Solórzano, J. S. (2017). *Territorial vulnerability assessment frame in Colombia: Disaster risk management*. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2017.01.003>.
- Voogd, H. (1982). Multicriteria evaluation with mixed qualitative and quantitative data. *Environ. Plan B Plan. Des.*, 9, 221-236.
- Voogd, H. (1983). *Multicriteria Evaluation for Urban and Regional Planning*.
- Wikipedia (2014). Temporada invernal en Colombia de 2010 y 2011. Recuperado de http://es.wikipedia.org/wiki/Temporada_invernal_en_Colombia_de_2010_y_2011
- Wikipedia (s. f.). Tolima. Recuperado e <http://es.wikipedia.org/wiki/Tolima#Etnograf.C3.ADA>.
- Wikipedia (s.f.). Tragedia de Armero. Recuperado de http://es.wikipedia.org/wiki/Tragedia_de_Armero

- Wilches-Chaux, G. (1992). *Disasters and small dweling. Perspectives*. Londres: Departamento Nacional de Planeación y Organización Panamericana de la Salud.
- Wisner, B. y Luce, H. (1993). Disaster vulnerability: scale, power and daily life. *GeoJournal*, 30, 127-140.
- Wikipedia (2014). Shadowxfox. Recuperado de [https://es.wikipedia.org/wiki/San_Marcos_\(Sucre\)#/media/File:Colombia_-_Sucre_-_San_Marcos.svg](https://es.wikipedia.org/wiki/San_Marcos_(Sucre)#/media/File:Colombia_-_Sucre_-_San_Marcos.svg).
- Zabeo, A., Pizzol, L., Agostini, P., Critto, A., Giove, S. y Marcomini, A. (2011). Regional risk assessment for contaminated sites Part 1: Vulnerability assessment by multicriteria decision analysis. *Environ. Int.*, 37, 1295-1306.
- Zahran, S., Brody, S., Peacock, W., Vedlitz, A. y Grover, H. (2008). Social vulnerability and the natural and built environment: a model of flood casualties in Texas. *Disasters*, 32(37), 537-560.
- Zanakis, S., Solomon, A., Wishart, N. y Dublish, S. (1998). Multi-attribute decision making: a simulation comparision of select methods. *Eur. J. Oper. Res.*, 107, 507-529.
- Zebardast, E. (2013). Constructing a social vulnerability index to earthquake hazards using a hybrid factor analysis and analytic network process (F'ANP) model. *Nat. Hazards*, 65, 1331-1359.

Bibliografía de trabajos de grado

- Aragón, E., Poveda, A. y González, A. M. (2012). *Estado del arte de las variables usadas para comparar el impacto de los desastres naturales en Colombia*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.
- Calvo, D., Piñeros, V. N. y Villegas, P. A. (2013). *Causas y afectaciones por fenómenos volcánicos en el sistema territorial del eje cafetero como insumo para la formulación de indicadores de gestión de riesgo*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.
- Carrillo, E. H., Ruiz, K. S. y Villegas, P. A. (2012). *Bases para la elaboración de un plan de contingencia para inundaciones en el sur del atlántico en Colombia*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.
- Espitia, J. A., Páez, N. E. y Villegas, P. A. (2014). *Diseño de una herramienta para la atención y prevención del riesgo por inundación en el municipio de San Marcos en el Departamento de Sucre*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.
- Homez, D. R., Siachoque, L. J. y Bolívar, H. D. (2012). *Diseño de un sistema web de soporte a la toma de decisiones como herramienta de planificación de acciones frente a desastres naturales en Colombia*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Ingeniería.

- López, F. A., Álvarez, A. F. y Villegas, P. A. (2013). *Retrospectiva de las catástrofes naturales en Colombia Gestión de riesgos en el sur del Atlántico*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.
- Nova, H. M. y Villegas, P. A. (2012). *Análisis de los efectos en el sistema territorial después de una catástrofe natural, casos de estudio: inundaciones de BOSA y Chía*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.
- Paéz, S. M., Mora, S. O. y Villegas, P. A. (2012). *Estado del arte sobre metodologías para evaluar la afectación del sistema territorial, basado en antecedentes a nivel mundial, que permitan prevenir o mitigar las consecuencias posteriores a una catástrofe natural*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.
- Pardo, Y. A., Quintero, J. A. y Bolívar, H. D. (2012). *Prototipo de un sistema de información web de apoyo en la planificación y toma de decisiones frente a desastres naturales ocurridos en Colombia*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Ingeniería.
- Torres, L. A., Oidor, W. D. y Bolívar, H. D. (2014). *Identificación del índice de vulnerabilidad territorial a partir de modelos jerárquicos y heurísticos aplicando SOA*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Ingeniería.
- Torres, S., Medellín, J. y Villegas, P. (2011). *Restrospectiva internacional de desastres naturales*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.
- Vega, A. E., Monroy, J. A. y Bolívar, H. D. (2013). *Frontend del sistema de información para la identificación de vulnerabilidad territorial*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Ingeniería.

Anexos:

Cuadros de dimensiones e indicadores asociados al control territorial

TABLA A1. DIMENSIÓN AMBIENTAL

CATEGORIZACIÓN		INDICADORES	DEFINICIÓN	UNIDAD
VARIABLES PRIMER ORDEN	VARIABLES SEGUNDO ORDEN			
Relaciones (hombre-naturaleza)	Componente abiótico	Escombros	La cantidad de material no utilizable que afecta los componentes	T
Relaciones (hombre-naturaleza)	Componente abiótico	Fuente de abastecimiento-calidad	Reducción en la calidad de la fuente de abastecimiento de agua potable por fuente	Parámetros de calidad para fuentes de agua potable
Relaciones (hombre-naturaleza)	Componente abiótico	Fuente de abastecimiento-calidad	Reducción en la cantidad de la fuente de abastecimiento de agua potable, por fuente	m ³ /s
Relaciones (hombre-naturaleza)	Componente abiótico	Coberturas de usos de suelo	Se refiere a una categorización de usos de suelo (Departamento Administrativo Nacional de Estadística y Corporación Colombia Internacional, 2010)	Área por tipo de cobertura
Relaciones (hombre-naturaleza)	Componente abiótico	Área de inundación	Total área inundada	ha
Relaciones (hombre-naturaleza)	Componente abiótico	Extensión del territorio	Extensión total del territorio	ha
Relaciones (hombre-naturaleza)	Componente abiótico	Precipitación	Cantidad de agua precipitada	mm/área
Relaciones (hombre-naturaleza)	Componente abiótico	Coefficiente de variación de la escorrentía anual	Es un indicador estadístico del cambio de la media de una serie de datos representativos	
Relaciones (hombre-naturaleza)	Componente abiótico	Calidad del aire	Gases y material particulado que se encuentran en el aire	Concentraciones de gases (%), o ppm, µg/m ³ (pm ₁₀ y pm _{2.5})
Ecosistemas	Componente biótico	Animales endémicos en la zona afectada	Cantidad de animales por especie en la zona	Número de registros-Número de animales en la zona por especie
Ecosistemas	Componente biótico	Animales en peligro de extinción en la zona afectada	Cantidad de animales en peligro de extinción en la zona (Mojica et al., 2002)	% especies
Ecosistemas	Componente biótico	Tipos de vegetación en la zona afectada	Cantidad de vegetación por especie en la zona (DNP, FAO y DDT, 2013)	Número de registros-Tipos vegetación
Ecosistemas	Componente biótico	Vegetación nativa en la zona afectada	Cantidad de vegetación por especie en la zona	Número de registros-Número de vegetación en la zona por especie
Ecosistemas	Componente biótico	Vegetación en peligro de extinción en la zona afectada	Cantidad de vegetación en peligro de extinción en la zona	Número de registros-Número de vegetación en la zona por especie
Ecosistemas	Componente biótico	Enfermedades por plagas	Enfermedades sobre el ecosistema producidas por plagas (Gobierno de España, 2008)	Número de enfermedades y denominación
Ecosistemas	Componente biótico	Área de humedales	Proporción de cambio en el área de humedales, basado en imágenes satelitales históricas (DNP, FAO y DDT, 2013)	Número adimensional
Ecosistemas	Relaciones	Área que pertenece a un corredor biológico	Los corredores son áreas, generalmente alargadas, que conectan dos o más regiones (Biodiversidad, 2007)	Porcentual o tasa
Ecosistemas	Relaciones	Índice de resiliencia socio-ambiental	Por definir	

TABLA A2. DIMENSIÓN CONSTRUIDA (URBANO-REGIONAL)

CATEGORIZACIÓN		INDICADORES	DEFINICIÓN	UNIDAD
VARIABLES DE PRIMER ORDEN	VARIABLES DE SEGUNDO ORDEN			
Hábitat urbano	Suministro de necesidades básicas	Hogares con suministro de agua	Cantidad de hogares con suministro de agua potable [DNP, FAD y DOT, 2013]	Número de hogares
Hábitat urbano	Suministro de necesidades básicas	Hogares con energía (electricidad y/o gas)	Cantidad de hogares con suministro de electricidad	Número de hogares
Hábitat urbano	Infraestructura construida	Viviendas destruidas	Cantidad de viviendas no habitables permanentemente	Número de viviendas
Hábitat urbano	Infraestructura construida	Viviendas temporalmente fuera de servicio	Cantidad de viviendas afectadas pero que pueden ser recuperadas a corto o mediano plazo.	Número de viviendas
Hábitat urbano	Infraestructura construida	Costos correspondientes a daños en viviendas no destruidas	Costo de los daños producidos a las viviendas que pueden ser recuperadas a corto y mediano plazo.	COP [Pesos colombianos]
Hábitat urbano	Infraestructura construida	Construcción en áreas de amenaza	Construcciones localizadas en zonas de amenaza	Porcentual
Vínculos y accesibilidad	Red vial afectada	Bloqueos	Cantidad de bloqueos que taponan totalmente la calzada y evitan su uso	Número de bloqueos
Vínculos y accesibilidad	Red vial afectada	Longitud de tramos afectados	Longitud total de los tramos afectados, en las vías asociadas a la conectividad de los centros urbanos y las aglomeraciones económicas	km
Vínculos y accesibilidad	Red férrea	Discontinuidades	Cantidad de tramos que evitan el paso de trenes	Número de tramos
Vínculos y accesibilidad	Tiempo de viaje	Tiempo promedio de viaje	Cuanto es el tiempo que toma ir de un lugar a otro antes y después de la afectación. Los viajes se relacionan directamente con las necesidades de la población y la dinámica económica	min/km
Economías externas y de aglomeración	Pérdidas por sector	Pérdidas de infraestructura sector secundario	Pérdidas de dinero asociadas al sector secundario de la economía (transformación de materias primas)	COP [Pesos colombianos]
Economías externas y de aglomeración	Pérdidas por sector	Pérdidas de infraestructura sector terciario	Pérdidas de dinero asociadas al sector terciario o de servicios de la economía	COP [Pesos colombianos]
Economías externas y de aglomeración	Pérdidas por sector	Tiempo de recuperación en infraestructura del sector secundario	Tiempo estimado para la recuperación total del sector	Días o meses
Economías externas y de aglomeración	Pérdidas por sector	Tiempo de recuperación en infraestructura del sector terciario	Tiempo estimado para la recuperación total del sector	Días o meses
Economías externas y de aglomeración	Número de centros afectados	Área productiva afectada	% Área productiva afectada	Porcentual
Economías externas y de aglomeración	Número de centros afectados	Número de centros productivos afectados	Centros urbanos afectados	Número de municipios
Economías externas y de aglomeración	Número de centros afectados	Porcentaje de líneas vitales aseguradas	Porcentaje de aseguramiento de la infraestructura	Porcentual
Economías externas y de aglomeración	Infraestructura construida	Líneas vitales discontinuas	Porcentaje de líneas vitales que no tienen continuidad afectando el servicio	Porcentual
Economías externas y de aglomeración	Número de centros afectados	Número de centros de servicios afectados	Cuántos centros o aglomeraciones relacionadas con el sector de servicios de la económica resultan afectados por el desastre	Número de aglomeraciones de servicios afectados
Economías externas y de aglomeración	Número de centros afectados	Puertos afectados - infraestructura (aeropuertos, fluvial, terminal)	Puertos afectados por el desastre natural en términos de infraestructura (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2012)	Número de puertos afectados
Economías externas y de aglomeración	Número de centros afectados	Instalaciones críticas afectadas	Instalaciones críticas son aquellas que adquieren primordial importancia en los casos de desastres, como son los hospitales, clínicas, bomberos, aeropuertos, Defensa Civil, Policía, Ejército, estaciones de radio y televisión, etc. (Gajardo, 2017)	Número de instalaciones críticas afectadas

TABLA A3. DIMENSIÓN ECONÓMICO-PRODUCTIVA

INDICADORES	DEFINICIÓN	UNIDAD
Producto interno bruto	Medida macroeconómica que expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios de un país durante un periodo determinado de tiempo [Banco Mundial, 2014].	Millones de dólares
Porcentaje de las ramas agropecuario, silvicultura, caza y pesca en producto interno bruto	Medida macroeconómica que expresa el valor monetario de la producción agropecuaria, silvicultura, caza y pesca de un país durante un periodo determinado de tiempo [Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2015].	Porcentual
Porcentaje de las ramas industrias manufacturera en producto interno bruto	Medida macroeconómica que expresa el valor monetario de la producción industrias manufactureras de un país durante un periodo determinado de tiempo [Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2015].	Porcentual
Porcentaje de las ramas de transporte, almacenamiento y comunicaciones en producto interno bruto	Medida macroeconómica que expresa el valor monetario de transporte, almacenamiento y comunicaciones de un país durante un periodo determinado de tiempo [Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2015].	Porcentual
Índice de desarrollo humano	Indicador social estadístico compuesto por tres parámetros: vida larga y saludable, educación y nivel de vida digno.	Porcentual: 0 = muy bajo; 1 = muy alto
Índice de desarrollo relacionado con género	Mide la pérdida de logros en tres dimensiones del desarrollo humano: salud reproductiva, empoderamiento y mercado laboral, debido a la desigualdad entre hombres y mujeres [Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2014].	Porcentual: 0 = muy bajo; 1 = muy alto
Promedio de personas por unidad habitacional	Promedio de personas por unidad habitacional.	Número promedio
Numero de PYMES en la región	Número de micro, pequeñas y medianas empresas en una región [Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2012].	Número entero
Porcentaje de PYMES con conexión a internet	PYMES con conexión a internet en una región.	Porcentual
Uso del suelo	Número de hectáreas cultivables.	Número de hectáreas cultivables
Índice de pobreza multidimensional	Porcentaje [Logro educativo, Analfabetismo, Asistencia escolar, Rezago escolar, Acceso a servicios para la primera infancia, Trabajo infantil, Tasa de dependencia económica, Tasa de empleo formal, Aseguramiento en salud, Acceso a servicio de salud dada necesidad, Acceso a fuente de agua mejorada, Eliminación de excretas, Pisos, Material paredes exteriores, Hacinamiento] [Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2014].	Porcentual
Índice de desempeño integral	Eficacia (cumplimiento de metas del Plan de Desarrollo), eficiencia (relación entre productos obtenidos e insumos utilizados por la entidad en el proceso de producción de bienes y servicios de su competencia), cumplimiento de requisitos legales (cumplimiento del marco normativo), capacidad administrativa (disponibilidad de recursos humanos, tecnológicos y sistemas de gestión), desempeño fiscal (estado de las finanzas públicas).	Los rangos de calificación van de 0 a 100 y los criterios utilizados son: nivel sobresaliente en el desempeño los ubicados en el rango mayor a 80 puntos; entre 70 y 80 se considera en nivel satisfactorio, entre 60 y 70 califican en nivel medio, entre 40 y 60 se ubican en el nivel bajo y los menores de 40 puntos se consideran en nivel crítico de desempeño
Tasa promedio de afiliación en el régimen subsidiado de salud	Promedio de habitantes en el régimen subsidiado de salud.	Porcentual
Empresas de servicios basadas en conocimiento	Porcentaje de empresas de servicios basadas en conocimiento.	Porcentual

TABLA A4. DIMENSIÓN POLÍTICO-INSTITUCIONAL

CATEGORIZACIÓN		INDICADORES
VARIABLES 1 ORDEN	VARIABLES 2 ORDEN	
Organización institucional	Redes	Disponibilidad y calidad de plataformas para la toma de decisión en gestión del riesgo
Organización institucional	Gobernabilidad	Instituciones del Estado que no pueden prestar sus servicios a la sociedad
Organización institucional	Gobernabilidad	Municipios afectados
Organización institucional	Gobernabilidad	Índice de desempeño fiscal
Organización institucional	Gobernabilidad	Índice de desempeño integral
Organización institucional	Gobernabilidad	Países que cooperan en la situación de emergencia
Organización institucional	Gobernabilidad	Países que cooperan el proceso de reconstrucción
Organización institucional	Gobernabilidad	Organizaciones del Estado que apoyan los procesos de capacitación
Organización institucional	Gobernabilidad	Inversión en mitigación del riesgo
Organización institucional	Gobernabilidad	Herramientas de planificación del riesgo
Organización institucional	Gobernabilidad	Estrategias de transferencia de riesgo
Organización institucional	Gobernabilidad	Sistemas de alerta temprana
Organización institucional	Gobernabilidad	Planes de contingencia
Organización institucional	Gobernabilidad	Profesionales expertos en evaluación de daños
Organización institucional	Gobernabilidad	Aplicación política nacional de gestión del riesgo
Organización institucional	Gobernabilidad	Pertinencia plan de gestión del riesgo
Organización institucional	Gobernanza	Organizaciones sociales que apoyan los procesos de capacitación
Organización institucional	Gobernanza	Organizaciones sociales que apoyan la situación de emergencia
Organización institucional	Gobernanza	Organizaciones sociales que apoyan el proceso de reconstrucción
Organización institucional	Gobernanza	Organizaciones sociales extranjeras que apoyan la situación de emergencia
Organización institucional	Gobernanza	Organizaciones sociales extranjeras que apoyan el proceso de reconstrucción

TABLA A4. DIMENSIÓN POLÍTICO-INSTITUCIONAL

	DEFINICIÓN	UNIDAD
	Se refiere a la disponibilidad de plataformas (aplicativos computacionales en red) que permitan tomar decisiones respecto a cómo abordar el riesgo posterior a un desastre natural.	Número y disponibilidad
	Este dato hace referencia a las entidades del Estado que han dejado de funcionar posterior a un desastre natural y por tal motivo no pueden prestar sus servicios (paralelo a esta variable se tiene un sociograma de instituciones en todos los niveles donde se identifican las fundamentales para el adecuado funcionamiento del territorio).	Porcentaje de instituciones del estado que no pueden prestar sus servicios a la sociedad
	Este dato indica que municipios (Organización político-administrativa) sufrieron en su totalidad las consecuencias del desastre natural.	Número y nombre de los municipios
	Es una medición del manejo de los alcaldes y gobernadores que le dan a las finanzas públicas y se tiene en cuenta: a) cumplimiento del límite del gasto de funcionamiento, b) solvencia para pagar el servicio de la deuda, c) dependencia del SGP y de las regalías, d) esfuerzo fiscal propio, e) magnitud de la inversión y f) generación de ahorros propios (Departamento Nacional de Planeación, 2012).	Número
	Eficacia (cumplimiento de metas del Plan de Desarrollo), eficiencia (relación entre productos obtenidos e insumos utilizados por la entidad en el proceso de producción de bienes y servicios de su competencia), cumplimiento de requisitos legales (cumplimiento del marco normativo), capacidad administrativa (disponibilidad de recursos humanos, tecnológicos y sistemas de gestión), desempeño fiscal (estado de las finanzas públicas) (Departamento Nacional de Planeación, 2012).	Número. Los rangos de calificación van de 0 a 100 y los criterios utilizados son: nivel sobresaliente en el desempeño los ubicados en el rango mayor a 80 puntos; entre 70 y 80 se considera en nivel satisfactorio, entre 60 y 70 califican en nivel medio, entre 40 y 60 se ubican en el nivel bajo y los menores de 40 puntos se consideran en nivel crítico de desempeño
	Hace referencia al apoyo de otros países en la situación de emergencia.	Número-nombre
	Hace referencia al apoyo de otros países en el proceso de reconstrucción.	Número-nombre
	Se refiere a las organizaciones del estado que apoyan los procesos de capacitación de las personas para que estén preparadas frente a un desastre natural (este dato va acompañado de un sociograma de actores e instituciones).	Número, nombres y capacitaciones al año
	Se refiere a la inversión económica destinada a las acciones de mitigación.	\$/km²; \$/persona/año
	Herramientas de planificación que incluyan los resultados de estudios amenaza, vulnerabilidad y riesgo, con aplicación efectiva.	Número y nombre
	Estrategias de transferencia de riesgo (seguros, reaseguros porcentaje de cubrimiento, bonos de catástrofes; fondo de calamidades).	Porcentaje de cobertura de programas de transferencia de riesgo
	Sistemas de alerta temprana a nivel local en funcionamiento.	Número de sistemas de alertas
	Existencia de plan de contingencia para la amenaza.	Número de planes de contingencia
	Profesionales capacitados para evaluación de daños posdesastre.	Número de personas capacitadas/Total habitantes/km²
	Existencia de una organización institucional que evidencie la aplicación de la política nacional de gestión del riesgo.	Si-No
	El plan de gestión del riesgo de prevención y mitigación ¿es acorde con las características de la zona?	Si-Parcialmente-No
	Se refiere a las organizaciones sociales que apoyan los procesos de capacitación de las personas para que estén preparadas frente a un desastre natural (este dato va acompañado de un sociograma de actores e instituciones).	Número, nombres y capacitaciones al año
	Se refiere a las organizaciones sociales que apoyan la atención de la emergencia posterior a un desastre natural (este dato va acompañado de un sociograma de actores e instituciones).	Número, y nombres
	Se refiere a las organizaciones sociales que apoyan el proceso de reconstrucción de un territorio que ha sido afectado por un desastre natural (este dato va acompañado de un sociograma de actores e instituciones).	Número, y nombres
	Se refiere a las organizaciones sociales extranjeras que apoyan la atención de la emergencia posterior a un desastre natural (este dato va acompañado de un sociograma de actores e instituciones).	Número, y nombres
	Se refiere a las organizaciones extranjeras que apoyan el proceso de reconstrucción de un territorio que ha sido afectado por un desastre natural (este dato va acompañado de un sociograma de actores e instituciones).	Número, y nombres

TABLA A5. DIMENSIÓN SOCIOCULTURAL

CATEGORIZACIÓN		INDICADORES
VARIABLES DE PRIMER ORDEN	VARIABLES DE SEGUNDO ORDEN	
Seres humanos y sus relaciones	Sociodemografía	Mortalidad
Seres humanos y sus relaciones	Sociodemografía	Desplazados
Seres humanos y sus relaciones	Sociodemografía	Desaparecidos
Seres humanos y sus relaciones	Sociodemografía	Heridos
Seres humanos y sus relaciones	Sociodemografía	Damnificados
Seres humanos y sus relaciones	Sociodemografía	Muertes por causa colateral
Seres humanos y sus relaciones	Sociodemografía	Hogares afectados
Seres humanos y sus relaciones	Sociodemografía	Densidad poblacional
Seres humanos y sus relaciones	Sociodemografía	Total habitantes
Seres humanos y sus relaciones	Sociodemografía	Grupos étnicos presentes
Seres humanos y sus relaciones	Sociodemografía	Desempleo
Seres humanos y sus relaciones	Sociodemografía	Esperanza de vida al nacer para hombres
Seres humanos y sus relaciones	Sociodemografía	Esperanza de vida al nacer para mujeres
Seres humanos y sus relaciones	Sociodemografía	Televisores por cada 1000 habitantes
Seres humanos y sus relaciones	Sociodemografía	Camas hospitalarias por cada 1000 habitantes
Seres humanos y sus relaciones	Sociodemografía	Crecimiento poblacional
Seres humanos y sus relaciones	Sociodemografía	Hogares con población en situación de vulnerabilidad
Seres humanos y sus relaciones	Capital humano	Cobertura bruta en educación total
Seres humanos y sus relaciones	Capital social	Grupos culturales
Seres humanos y sus relaciones	Capital social	Asociaciones de vecinos

	DEFINICIÓN	UNIDAD
	Personas fallecidas debido al impacto directo de un evento amenazante.	Número de personas fallecidas
	Personas desplazadas debido al impacto directo de un evento amenazante.	Número de personas desplazadas
	Personas desaparecidas debido al impacto directo de un evento amenazante.	Número de personas desaparecidas
	Personas heridas debido al impacto directo de un evento amenazante.	Número de personas heridas
	Personas que han experimentado perjuicios patrimoniales debido al impacto directo de un evento amenazante.	Número de damnificados
	Personas fallecidas por la generación del evento, con el condicionante de que el deceso ocurre a través de un agente intermediador.	Número de personas fallecidas
	Grupos familiares afectados en su parte física, moral o patrimonial (Departamento Administrativo de la Presidencia de la República, 2012; Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2005; Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales y Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2011).	Número de hogares afectados
	Número de habitantes por unidad de área.	habitantes/km ²
	Número de habitantes (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2005).	Número de habitantes
	Conjunto de personas que comparten rasgos culturales, lengua, religión, celebración de ciertas festividades, música, vestimenta, tipo de alimentación, etc. (indígenas; negro, afrocolombiano, palenquero y raizal).	Número, nombres de los grupos y porcentaje de la población total
	Relación entre dos datos. a) número de personas en edad de trabajar que en la actualidad no tienen empleo aun cuando se encuentran disponibles para trabajar (no tienen limitaciones físicas o mentales para ello) y han buscado trabajo durante un periodo determinado. b) número de personas en edad de trabajar (Banco Mundial, 2014).	Porcentual
	Número promedio de años de vida para un grupo de personas nacidas en el mismo año, si la mortalidad para cada edad se mantiene constante en el futuro (Banco Mundial, 2014).	Años
	Número promedio de años de vida para un grupo de personas nacidas en el mismo año, si la mortalidad para cada edad se mantiene constante en el futuro (Banco Mundial, 2014).	Años
	Representa el acceso a tecnología básica en una zona determinada.	Nº Televisores/1000 hab
	Representa el posible acceso a servicios de salud instalados en una zona (Index Mundi, 2014).	Nº Camas/1000 hab
	Cambio en el número de individuos por unidad de tiempo (año) (Index Mundi, 2014).	Tasa promedio anual (%)
	Grupos familiares con miembros en situación de vulnerabilidad (embarazadas, discapacitadas, niños y adultos).	Número de hogares
	Cantidad de estudiantes matriculados en el sistema educativo.	Número de estudiantes
	Conjunto de personas organizadas que comparten valores, costumbres, creencias y prácticas.	Número, nombres de los grupos y porcentaje de la población total
	Organizaciones cívicas compuestas por los miembros de una comunidad que trabajan por el desarrollo social y económico	Número de asociaciones de vecinos

TABLA A5. DIMENSIÓN SOCIOCULTURAL

CATEGORIZACIÓN		INDICADORES
VARIABLES DE PRIMER ORDEN	VARIABLES DE SEGUNDO ORDE	
INDICADORES RESULTADO DEL TRABAJO DE CAMPO		
Creencias	Metarrelatos	¿De qué manera incide la religión en el comportamiento de las personas frente a un desastre natural?
Creencias	Metarrelatos	Las creencias populares indican que la ocurrencia de amenazas de origen natural se debe a: a) aspectos que se salen de la voluntad de los hombres; b) al mal manejo que hace el hombre de su medio ambiente
Creencias	Valores	Autonomía
Valores	Público	¿Cuál es el valor de lo público para la comunidad?
Redes sociales	Medios de información	¿Cuál es el papel de los medios de comunicación para informar sobre las causas del riesgo? ¿Es claro y eficiente?
Redes sociales	Medios de información	¿Existen canales de información para la prevención del riesgo?
Redes sociales	Identidad	¿La comunidad presenta pertenencia por su territorio?
Educación	Información	¿Se incluye en los colegios el tema de gestión del riesgo y específicamente se orienta a reconocer los tipos de amenaza?
Redes sociales	Cohesión social	¿Existe un proyecto o proyectos comunes entre la comunidad?
Redes sociales	Cohesión social	La toma de decisión en un territorio con qué nivel de acuerdo se lleva a cabo
Redes sociales	Cohesión social	¿La comunidad considera que existe apoyo por parte de todos los actores sociales en sus proyectos?
Resiliencia	Identidad	¿La comunidad reconoce físicamente su territorio?
Resiliencia	Individuales	Se visualiza en la comunidad una observación interna de los pensamientos, sentimientos o actos
Resiliencia	Individuales	Las personas de la comunidad tienen una facultad creadora
Resiliencia	Individuales	Las personas de la comunidad son joviales, con gracia y agudeza
Resiliencia	Individuales	Las personas de la comunidad manifiestan con palabras o con otros signos exteriores lo que sienten o piensan
Resiliencia	Individuales	Las personas de la comunidad manifiestan facilidad para acomodarse a distintas situaciones o a las propuestas de otros
Resiliencia	Individuales	¿La comunidad aprovecha el conocimiento de la materialización de la amenaza en el pasado para prepararse para el futuro?
Resiliencia	Colectivo	¿Existen iniciativas de mitigación que se concretaron, posterior a la amenaza natural, donde se vio involucrada toda la comunidad afectada?
Resiliencia	Colectivo	¿La comunidad conoce los niveles de riesgo a los que están sometidos actualmente?

	DEFINICIÓN	UNIDAD
	INDICADORES RESULTADO DEL TRABAJO DE CAMPO	
	Valoración. a) providencialista (primera perspectiva asociada al determinismo): Dios es el señor del Universo y maneja todo, entonces yo no tengo responsabilidades, la gente es pasiva. b) providencialista (segunda perspectiva ligada al concepto de gracia): me abandono en la gracia, por más que yo haga no depende de mí, es una espera activa. La gente no es pasiva, es activa en la espera. c) creadora y cocreadora: visión proactiva, frente a esto el ser humano tiene que afrontar la situación para superarla; cocreadora que te incumbe a ti ser corresponsable en las cosas con Dios.	a) providencialista (primera perspectiva asociado al determinismo): vulnerabilidad alta; b) providencialista (segunda perspectiva ligada al concepto de gracia): vulnerabilidad media; c) creadora y cocreadora: vulnerabilidad baja
	Conjunto de creencias y actitudes populares que caracterizan la cotidianidad de una persona o grupo social.	a) aspectos que se salen de la voluntad de los hombres: vulnerabilidad alta; b) al mal manejo que hace el hombre de su medio ambiente: vulnerabilidad baja
	Moral autónoma y moral heterónoma.	Moral autónoma: vulnerabilidad baja y moral heterónoma: vulnerabilidad alta
	Valor de lo público para la comunidad.	a) lo público es la propiedad solo del Estado, por tanto este se encarga de conservarlo: vulnerabilidad alta; b) lo público es de todos, pero la conservación depende solo del Estado: vulnerabilidad media; c) lo público es el espacio de todos y depende de todos su conservación: vulnerabilidad baja
	El rol de los medios de comunicación en la gestión del riesgo.	Sí: vulnerabilidad baja; parcialmente: vulnerabilidad media; no: vulnerabilidad alta
	Existencia de canales de información para la prevención del riesgo.	Sí: vulnerabilidad baja; intermedio: vulnerabilidad media; no: vulnerabilidad alta
	Pertenencia por el territorio.	Sí: vulnerabilidad baja; parcialmente: vulnerabilidad media; no: vulnerabilidad alta
	Información de gestión del riesgo en los colegios.	Sí: vulnerabilidad baja; parcialmente: vulnerabilidad media; no: vulnerabilidad alta
	Proyectos comunes en la comunidad.	Sí: vulnerabilidad baja; parcialmente: vulnerabilidad media; no: vulnerabilidad alta
	Nivel de acuerdo para la toma de decisiones.	Alto: vulnerabilidad baja; Intermedio: vulnerabilidad media; Bajo: vulnerabilidad alta
	Apoyo de los actores en los proyectos de la comunidad.	Sí: vulnerabilidad baja; parcialmente: vulnerabilidad media; no: vulnerabilidad alta
	Reconocimiento del territorio.	Sí: vulnerabilidad baja; parcialmente: vulnerabilidad media; no: vulnerabilidad alta
	Observación interna de los pensamientos, sentimientos o actos.	Sí: vulnerabilidad baja; parcialmente: vulnerabilidad media; no: vulnerabilidad alta
	Facultad de crear.	Sí: vulnerabilidad baja; parcialmente: vulnerabilidad media; no: vulnerabilidad alta
	Jovialidad, gracia y agudeza.	Sí: vulnerabilidad baja; parcialmente: vulnerabilidad media; no: vulnerabilidad alta
	Manifestación con palabras o con otros signos exteriores lo que sienten o piensan.	Sí: vulnerabilidad baja; parcialmente: vulnerabilidad media; no: vulnerabilidad alta
	Facilidad para acomodarse a distintas situaciones o a las propuestas de otros.	Sí: vulnerabilidad baja; parcialmente: vulnerabilidad media; no: vulnerabilidad alta
	Conocimiento de las situaciones de amenazas como lecciones para el futuro.	Sí: vulnerabilidad baja; parcialmente: vulnerabilidad media; no: vulnerabilidad alta
	Iniciativas de mitigación donde se involucra la comunidad.	Sí: vulnerabilidad baja; parcialmente: vulnerabilidad media; no: vulnerabilidad alta
	Conocimiento actual de los niveles de riesgo.	Sí: vulnerabilidad baja; parcialmente: vulnerabilidad media; no: vulnerabilidad alta



Editado por la Universidad Católica de Colombia
en marzo de 2017, impreso en papel Propalibros
de 75 g, en tipografía Avenir, tamaño 10 pts.

Publicación digital:
Hipertexto Ltda.

Impreso por:
Xpress Estudio Gráfico y Digital S.A.

Sapientia aedificavit sibi domum

Bogotá, D. C., Colombia

La investigación expuesta en este libro surge como un aporte a los procesos de gestión de riesgo en el país, y para ello tiene en cuenta las problemáticas que se han venido presentando en los últimos años en comunidades altamente vulnerables. Esta investigación hace énfasis en el análisis de la vulnerabilidad y las formas de abordarla, así como en la identificación de indicadores para cada una de las dimensiones del sistema territorial. Como resultados se presenta una metodología para obtener el indicador de vulnerabilidad territorial y las acciones para la reducción del riesgo y el manejo de desastres. Este tipo de análisis es fundamental en el diseño de políticas públicas para la gestión del riesgo, contexto en que deben ser considerados los factores de desarrollo del territorio y el conocimiento local. De esta manera, es posible estimar la vulnerabilidad y realizar planes que mejoren la resiliencia local. Adicionalmente, sirve como documento guía para investigadores que trabajen el componente de vulnerabilidad con comunidades. Allí podrán encontrar los principales conceptos de la temática, herramientas para el trabajo de campo y ejemplos de aplicación.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

